



**SKRIPSI - TK 141581**

**EKSPERIMEN DAN PEMODELAN PENGARUH  
KONDISI OPERASI EKSTRAKSI HYDROTHERMAL  
TERHADAP KONSENTRASI XANTHONE PADA  
EKSTRAK KULIT BUAH MANGGIS (*Garcinia  
mangostana*)**

Sarah Duta Lestari  
NRP 2311100 069  
Edwin Azmiramdhan Sulaiman  
NRP 2311100 129

**Dosen Pembimbing**  
Dr. Siti Machmudah, ST. M. Eng  
NIP. 197305121999032001  
Prof. Dr. Ir. Sugeng Winardi, M. Eng  
NIP. 195209161980031002

JURUSAN TEKNIK KIMIA  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2015



FINAL PROJECT - TK 141581

**EXPERIMENT AND SIMULATION OF  
HYDROTHERMAL EXTRACTION OPERATION  
CONDITION EFFECT TOWARD XANTHONE  
CONCENTRATION OF MANGOSTEEN (*Garcinia  
mangostana*) FRUIT PERICARP EXTRACT**

Sarah Duta Lestari  
NRP 2311100 069  
Edwin Azmiramdhan Sulaiman  
NRP 2311100 129

**Supervisors**

Dr. Siti Machmudah, ST. M. Eng  
NIP. 197305121999032001  
Prof. Dr. Ir. Sugeng Winardi, M. Eng  
NIP. 195209161980031002

CHEMICAL ENGINEERING DEPARTMENT  
Faculty of Industrial Technology  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya  
2015

## LEMBAR PENGESAHAN

### EKSPERIMEN DAN PEMODELAN PENGARUH KONDISI OPERASI EKSTRAKSI HYDROTHERMAL TERHADAP KONSENTRASI XANTHONE PADA EKSTRAK KULIT BUAH MANGGIS (*Garcinia Mangostana*)

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik pada Program Studi S-1  
Jurusan Teknik Kimia  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh:

**SARAH DUTA LESTARI**  
**EDWIN AZMIRAMDHAN SULAIMAN**

**2311100069**

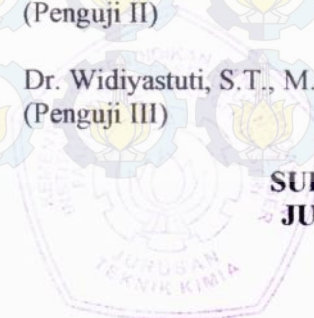
**2311100129**

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Prof. Dr. Ir. Sugeng Winardi, M.Eng  
(Pembimbing I)
2. Dr. Siti Machmudah, S.T., M.Eng  
(Pembimbing II)
3. Prof. Ir. Renanto, M.S., Ph.D  
(Penguji I)
4. Dr. Tantular Nurtono, S.T., M.Eng  
(Penguji II)
5. Dr. Widiyastuti, S.T., M.T  
(Penguji III)



**SURABAYA**  
**JULI, 2015**



**EKSPERIMEN DAN PEMODELAN PENGARUH KONDISI  
OPERASIEKSTRAKSI HYDROTHERMAL TERHADAP  
KONSENTRASI XANTHONEEKSTRAK KULIT BUAH  
MANGGIS  
(*Garcinia mangostana*)**

**Nama** : Sarah Duta Lestari (2311 100069)  
Edwin Azmiramdhan S. (2311 100129)  
**Jurusan** : Teknik Kimia FTI-ITS  
**Pembimbing** : Dr. Siti Machmudah, S.T., M.Eng  
Prof. Dr. Ir. Sugeng Winardi, M.Eng

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh kondisi operasi ekstraksi hydrothermal terhadap konsentrasi xanthone dan membuat pemodelan untuk memodelkan proses ekstraksi hydrothermal.

Xanthone merupakan salah satu senyawa polifenol antioksidan yang terkandung dalam kulit buah manggis (*Garcinia mangostana*). Untuk mendapatkan xanthone dari kulit manggis secara optimal perlu dilakukan suatu upaya, salah satunya adalah ekstraksi secara hydrothermal. Ekstraksi secara hydrothermal adalah ekstraksi yang menggunakan air sebagai pelarut pada kondisi subkritis atau pada suhu dan tekanan tinggi ( $T > 100^{\circ}\text{C}$ ;  $P > 1 \text{ atm}$ ). Pada penelitian ini, variabel bebas yang digunakan adalah variasi temperatur (120, 140, 160, 180 dan  $200^{\circ}\text{C}$ ) dan tekanan operasi (3, 5, dan 10 MPa). Metode analisa kandungan ekstrak xanthone yang digunakan adalah metode spektrofotometri.

Pemodelan menggunakan solver pada Microsoft Excel. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah High Performance Liquid Chromatography (HPLC) pump, Ekstraktor,

Furnace, Cooler/Chiller, Filter, Back Pressure Regulator (BPR), Collection Vial, Spektrofotometer.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan suhu operasi pada ekstraksi hydrothermal menyebabkan peningkatan %*recovery* xanthone. Dari segi kondisi starting material, ekstraksi kulit manggis kering lebih optimal daripada kulit manggis segar. Didapat kondisi optimal ekstraksi *hydrothermal* adalah pada 160 °C tekanan 5 MPA. Selain itu dengan adanya nilai  $K_D$  hasil ekstraksi untuk jangka waktu yang lebih lama dapat diperkirakan.

**Kata kunci :** Ekstraksi, Hydrothermal, xanthone, spektrofotometri.



**EXPERIMENT AND SIMULATION OF  
HYDROTHERMAL EXTRACTION OPERATION  
CONDITION EFFECT TOWARD XANTHONE  
CONCENTRATION OF MANGOSTEEN (*Garcinia  
Mangostana*) FRUIT PERICARP EXTRACT**

**Name** : Sarah Duta Lestari (2311 100069)  
Edwin Azmiramdhan S. (2311 100129)  
**Major** : Chemical Engineering FTI-ITS  
**Advisor** : Dr. Siti Machmudah, ST. M Eng  
Prof. Dr. Ir Sugeng Winardi, M Eng

**ABSTRACT**

*The purpose of this research is to analyze the effect of hydrothermal extraction operation condition toward the xanthone concentration and simulate to get a comparison between experimental and simulation result.*

*Xanthone is one of the antioxidant compound that is contained in the pericarp of mangosteen fruit. There are ways to get the xanthone from pericarp of mangosteen optimally, one of them is hydrothermal extraction. Hydrothermal extraction is an extraction method that uses water at subcritical condition or high temperature and high pressure water ( $T > 100^{\circ}\text{C}$ ,  $P > 1 \text{ atm}$ ) as solvent. There are some terms to consider in getting high xanthone contents in the extract, such as xanthone contents in mangosteen pericarp, operational temperature and pressure. In this research, the variables are variations of operation temperature (120, 140, 160, 180 and  $200^{\circ}\text{C}$ ) and pressure (3, 5, and 10 MPa). The method to analyze the contents of xanthone is spectrophotometry method. The simulation is using solver of Microsoft Excel software.*

*The equipments for this research consist of High Performance Liquid Chromatography (HPLC) pump, Extractor,*

*Furnace, Cooler/Chiller, Filter, Back Pressure Regulator (BPR), Collection Vial and Spectrophotometer.*

*The conclusion of this research are showing that the temperature increament cause increasing of xathone recovery. Recovery of xanthone is best obtained at 160 °C 5 MPA with a recovery of xanthone 82,07 %. The simulation has been done and can be used to estimate the xanthone recovery of longer extraction time.*

**Keywords : Extraction, Hydrothermal, subcritical water, xanthone, spectrophotometry**

## KATA PENGANTAR

Penulis mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT. yang selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Eksperimen dan Pemodelan Pengaruh Kondisi Operasi Ekstraksi Hidrotermal Terhadap Konsentrasi Xanthone Ekstrak Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana*)”.

Skripsi ini merupakan syarat kelulusan bagi mahasiswa tahap sarjana di Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS Surabaya. Penulis menyadari laporan ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua serta keluarga kami, atas doa, bimbingan, semangat dan kasih sayang yang selalu tercurah selama ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Sugeng Winardi, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing dan Kepala Laboratorium Mekanika Fluida dan Pencampuran, atas bimbingan dan saran yang diberikan.
3. Ibu Dr. Siti Machmudah, ST. M.Eng. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasi yang telah diberikan.
4. Dosen-dosen Teknik Kimia FTI-ITS yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
5. Keluarga besar Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) dan *Mixing Crew* Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS atas dukungannya.
6. Berbagai pihak yang telah membantu proses terselesaikannya skripsi ini.

Penulis menyadari laporan ini tidak luput dari kekurangan maka penulis mengharap saran dan kritik demi kesempurnaannya sehingga dapat bermanfaat bagi pembaca.

Surabaya, Juli 2015  
Penyusun



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK .....	i
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL .....	ix

### BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	3

### BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Manggis .....	5
2.1.1 Asal Usul .....	5
2.1.2 Klasifikasi .....	5
2.1.3 Morfologi .....	6
2.1.4 Kandungan Senyawa dalam Manggis .....	7
2.2 Senyawa <i>Xanthone</i> .....	9
2.3 Ekstraksi .....	10
2.3.1 Ekstraksi Secara Dingin .....	11
2.3.2 Ekstraksi Secara Panas .....	14
2.4 Ekstraksi <i>Hydrothermal</i> .....	15
2.5 Pemodelan Ekstraksi <i>Hydrothermal</i> .....	17
2.6 Penelitian Terdahulu .....	18

### BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Deskripsi Proses Penelitian .....	21
3.2 Variabel Penelitian .....	21
3.3 Bahan Ekstraksi <i>Hydrothermal</i> dan Analisa .....	21
3.4 Peralatan Ekstraksi <i>Hydrothermal</i>	

dan Analisa .....	22
3.5 Prosedur Penelitian .....	24
3.5.1 Percobaan Ekstraksi Hydrothermal .....	24
3.5.1.1 Persiapan <i>Starting Material</i> Kulit Manggis .....	24
3.5.1.2 Proses Ekstraksi .....	25
3.5.1.3 Analisa Ekstrak .....	27
3.5.2 Pemodelan Ekstraksi <i>Hydrothermal</i> .....	27
3.6 Variabel Ekstraksi .....	28
 <b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Ekstraksi <i>Hydrothermal</i> .....	29
4.1.1 Pengaruh Suhu Operasi Terhadap % <i>Recovery Xanthone</i> yang Terekstrak .....	31
4.1.2 Pengaruh Tekanan Operasi Terhadap % <i>Recovery Xanthone</i> yang Terekstrak .....	34
4.1.3 Pengaruh Kondisi Kulit Manggis <i>Starting Material</i> Terhadap % <i>Recovery</i> <i>Xanthone</i> yang Terekstrak .....	36
4.1.4 Kondisi Operasi Optimum Ekstraksi <i>Hydrothermal</i> Kulit Manggis .....	39
4.2 Pemodelan Ekstraksi <i>Hydrothermal</i> .....	42
 <b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	47
5.2 Saran .....	47
 <b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>DAFTAR NOTASI</b>	
<b>APPENDIKS</b>	
<b>BIODATA PENULIS</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi nilai gizi buah manggis per 100 gram .....	7
Tabel 4.1 Hasil perhitungan % <i>recovery</i> variabel kulit manggis kering .....	39
Tabel 4.2 Hasil perhitungan % <i>recovery</i> variabel kulit manggis segar .....	40
Tabel 4.3 Hasil perhitungan nilai $K_D$ dan % AAD pada pemodelan koefisien distribusi variabel kulit manggis kering .....	43
Tabel 4.4 Hasil perhitungan nilai $K_D$ dan % AAD pada pemodelan koefisien distribusi variabel kulit manggis segar .....	44

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik produksi manggis di Indonesia tahun 1997-2012 .....	1
Gambar 2.1 Pohon manggis .....	6
Gambar 2.2 Buah manggis .....	7
Gambar 2.3 Struktur <i>xanthone</i> .....	10
Gambar 2.4 P-T fase diagram untuk air murni .....	16
Gambar 3.1 <i>High Performance Liquid Chromatography Pump</i> .....	22
Gambar 3.2 <i>Furnace</i> .....	23
Gambar 3.3 <i>Chiller</i> .....	23
Gambar 3.4 Skema proses ekstraksi secara <i>hydrothermal</i> .....	26
Gambar 4.1 Hasil analisa kromatografi FTIR pada <i>starting material</i> dan residu .....	30
Gambar 4.2 Pengaruh suhu operasi terhadap % <i>recovery xanthone</i> pada 5 MPa variabel kulit manggis kering .....	32
Gambar 4.3 Pengaruh suhu operasi terhadap % <i>recovery xanthone</i> pada 5 MPa variabel kulit manggis segar .....	33
Gambar 4.4 Pengaruh tekanan operasi terhadap % <i>recovery xanthone</i> pada 160 °C variabel kulit manggis kering .....	34
Gambar 4.5 Pengaruh tekanan operasi terhadap % <i>recovery xanthone</i> pada 160 °C variabel kulit manggis segar .....	35
Gambar 4.6 Pengaruh kondisi kulit manggis <i>starting material</i> terhadap % <i>recovery xanthone</i> pada tekanan 3 MPA .....	36
Gambar 4.7 Pengaruh kondisi kulit manggis <i>starting material</i> terhadap % <i>recovery xanthone</i> pada tekanan 5 MPA .....	37
Gambar 4.8 Pengaruh kondisi kulit manggis <i>starting material</i> terhadap % <i>recovery xanthone</i>	

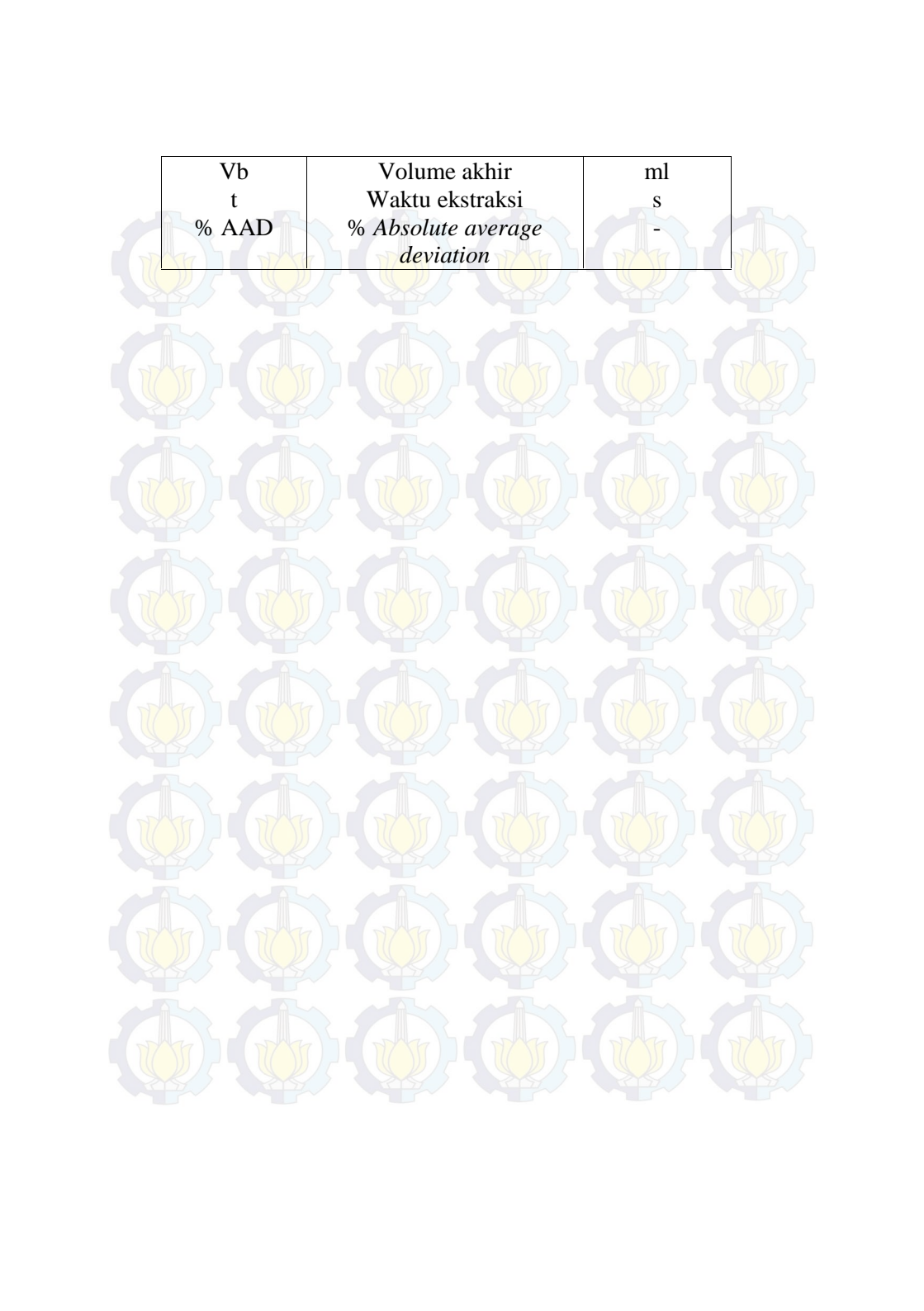


	pada tekanan 10 MPa .....	38
Gambar 4.9	Perbandingan warna ekstrak pada setiap waktu ekstraksi <i>hydrothermal semi batch</i> pada 160 °C dan tekanan 5 MPa .....	41
Gambar 4.10	Kandungan <i>xanthone</i> pada variabel 160 °C dan tekanan 5 MPa .....	42
Gambar 4.11	Perbandingan data eksperimen dan pemodelan $K_D$ pada tekanan 5 MPa variabel kulit manggis kering pada berbagai suhu .....	46



## DAFTAR NOTASI

Notasi	Keterangan	Satuan
x	Absorbansi	-
$K_D$	Densitas ekstrak	mg/ml
C	Koefisien distribusi	-
Co	Konsentrasi solute	mg/ml
M	Konsentrasi awal solute	mg/ml
	Massa sampel yang terekstrak	mg
Xanthone <sub>M0</sub>	Massa Xanthone pada awal ekstraksi	mg
Xanthone <sub>30</sub>	MassaXanthone pada 30 menit	mg
Xanthone <sub>60</sub>	MassaXanthone pada 60 menit	mg
Xanthone <sub>90</sub>	MassaXanthone pada 90 menit	mg
Xanthone <sub>120</sub>	MassaXanthone pada 120 menit	mg
Xanthone <sub>150</sub>	MassaXanthone pada 150 menit	mg
Xanthone <sub>180</sub>	MassaXanthone pada 180 menit	mg
T	Suhu operasi	°C
P	Tekanan operasi	MPa
Ma	Total massa yang terekstraksi pada jumlah volume A	mg/gr dry sample
Mb	Total massa yang terekstraksi pada jumlah volume B	mg/gr dry sample
Mi	Total massa awal pada ekstrak	mg/gr dry sample
Va	Volume awal	ml



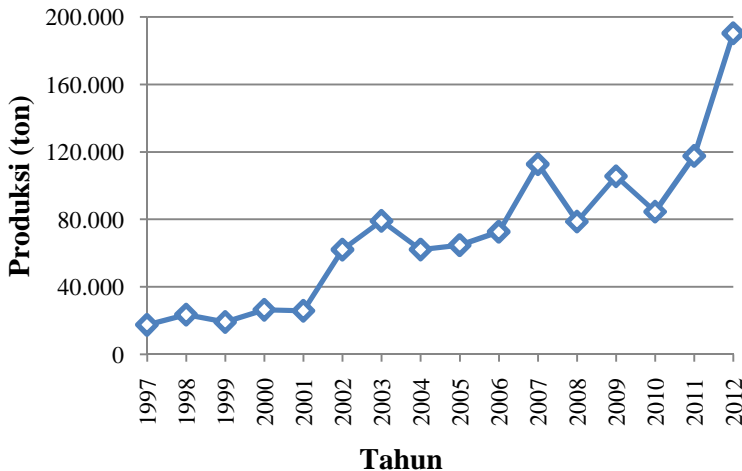
Vb t % AAD	Volume akhir Waktu ekstraksi % <i>Absolute average deviation</i>	ml s -
------------------	--	--------------

## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki kekayaan alam yang sangat melimpah. Salah satu diantaranya adalah keanekaragaman flora di Indonesia. Ragam jenis tumbuhan tersebut telah dimanfaatkan dalam berbagai bidang, salah satunya dalam bidang kesehatan.

Salah satu tumbuhan yang telah dimanfaatkan dalam bidang kesehatan adalah buah manggis. Manggis (*Garcinia mangostana*) berasal dari Asia Tenggara. Manggis mengandung banyak senyawa xanton. Produksi manggis di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya. Produksi manggis di Indonesia pada tahun 2012 mencapai 190.294 ton. Kulit manggis yang sebagian besar tidak digunakan itu sebenarnya memiliki berbagai manfaat terutama bagi kesehatan.



Gambar 1.1 Grafik produksi manggis di Indonesia tahun 1997-2012

(Badan Pusat Statistik, 2013)

Kandungan senyawa utama manggis adalah senyawa turunan xanton yang mempunyai aktivitas biologi sebagai

antibakteri, antimikroba, antiinflamasi, antioksidan, pengobatan HIV, serta dapat menghambat pertumbuhan sel kanker. Internasional Biotechnology Gifu Jepang melaporkan bahwa 10 mikron/ml -mangostin yang diisolasi dari kulit buah manggis mampu menghambat sel leukimia. Xanton telah digunakan dalam pengobatan tradisional sebagai obat diare, disentri dan pendarahan. Sifat antioksidan xanton melebihi vitamin C. Dengan mengolah xanton dari kulit manggis diharapkan dapat meningkatkan nilai ekonomi dari buah manggis, terutama manggis dengan kualitas rendah (Pemi Pidiанти, 2009). Walaupun xanton memiliki banyak manfaat, tetapi masih banyak masyarakat Indonesia yang belum mengetahuinya.

Secara tradisional, untuk mendapatkan xanthone dari kulit manggis dapat dilakukan dengan cara merebus kulit manggis tersebut, kemudian meminum air rebusan tersebut. Cara ini terbilang kurang efisien, karena jumlah xanthone yang terlarut dalam air tersebut kurang maksimal. Untuk memperoleh xanthone secara optimal, maka dilakukan usaha pemisahan xanthone dari kulit manggis. Salah satu usaha yang dapat dilakukan adalah dengan ekstraksi secara *hydrothermal*.

Ekstraksi secara *hydrothermal* adalah ekstraksi menggunakan air sebagai pelarut pada suhu dan tekanan tinggi ( $T > 100^{\circ}\text{C}$ ;  $P > 1 \text{ atm}$ ). Metode yang digunakan adalah *Subcritical Water Extraction* (SWE). Metode SWE lebih cepat dan lebih murah dibandingkan dengan ekstraksi secara tradisional. Berdasarkan alasan tersebut, maka diperlukan penelitian mengenai “Eksperimen dan Pemodelan Pengaruh Kondisi Operasi Ekstraksi Hydrothermal Terhadap Konsentrasi Xanthone Ekstrak Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana*)”.

## 1.2 Perumusan Masalah

Pemodelan proses ekstraksi secara *hydrothermal* sangat diperlukan agar proses ekstraksi dapat berjalan dengan optimal. Pada metode ekstraksi *hydrothermal* ada beberapa parameter yang harus diperhatikan untuk mendapatkan hasil ekstrak yang



optimal. Dengan demikian, pengaruh kondisi ekstraksi terhadap kandungan ekstrak dan pemodelannya perlu diteliti.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Menganalisis pengaruh kondisi operasi ekstraksi kandungan xanthone dalam ekstrak kulit buah manggis yang dihasilkan
2. Memodelkan proses ekstraksi *hydrothermal* dengan model empiris

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ekstraksi *hydrothermal* kulit manggis:

1. Ekstrak yang diperoleh bisa digunakan sebagai bahan obat atau suplemen.
2. Memberikan informasi mengenai proses ekstraksi *xanthone* dari kulit manggis dengan metode ekstraksi *hydrothermal* dalam upaya mendapatkan ekstrak xanthone yang maksimal.
3. Hasil pemodelan dapat digunakan untuk memprediksi proses ekstraksi *hydrothermal* yang optimal.
4. Sebagai bahan referensi dan informasi bagi penulis selanjutnya yang tertarik untuk mengkaji dan meneliti tentang ekstraksi secara *hydrothermal*.





## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Manggis**

##### **2.1.1 Asal Usul**

Manggis (*Garcinia mangostana* L.) merupakan tanaman buah berupa pohon yang berasal dari hutan tropis yang teduh di kawasan Asia Tenggara, salah satunya Indonesia. Dari Asia Tenggara tanaman ini menyebar ke daerah Amerika Tengah dan daerah tropis lainnya seperti Srilanka, Malagasi, Karibia, Hawaii dan Australia Utara. Di Asia Tenggara pohon manggis jarang ditanam secara monokultur, tetapi biasanya ditanam di pekarangan atau kebun buah-buahan yang ditumpangsarikan dengan buah-buahan lainnya. (Pemi Pidianti, 2009)

Di negara lain, manggis dikenal dengan banyak nama, seperti manggis di Indonesia dan Malaysia, manggustan di Filipina, mangkhud di Laos dan Thailand, dan cay mangcut di Vietnam, di Prancis disebut mangostanaier, di Spanyol disebut mangostan, sedangkan di Belanda mangoestan

Tanaman manggis telah dikenal oleh para peneliti dari Barat sejak awal tahun 1631. Hanya dalam dua abad terakhir tanaman manggis tersebar ke negara-negara tropis lainnya, seperti Srilangka, India bagian selatan, Amerika Tengah, Brazil, dan Queensland (Australia). Penamaan ilmiah *Garcinia mangostana* kepada manggis diberikan sesuai dengan nama penjelajah dari Prancis yang bernama Laurent Garcin (1683 - 1751).

##### **2.1.2 Klasifikasi**

Apabila dilihat dari taksonominya, maka tanaman manggis dapat diklasifikasikan ke dalam :

Kingdom = Plantae

Divisi = Spermatophyta

Kelas = Angiospermae  
 Sub-kelas = Dicotyledone  
 Ordo = Thalamiflora  
 Famili = Guttiferales  
 Genus = Guttiferae  
 Spesies = *Garcinia mangostana*

(Wijaya Efendi, 1991)

### 2.1.3 Morfologi

Tinggi pohon manggis dewasa dapat mencapai 10-25 meter. Akar tanaman manggis berjumlah sedikit dan tidak mempunyai bulu akar dengan laju pertumbuhan yang lambat. Akar tanaman manggis mudah rusak dan terganggu sebagai akibat dari lingkungan yang kurang menguntungkan. Daun tanaman manggis berbentuk bulat panjang dengan ujung tajam serta bertekstur tebal. Permukaan daun bagian atas berwarna hijau gelap sedangkan bagian bawah berwarna hijau kusam. Ukuran daun bervariasi dengan panjang daun 15-25 cm dan lebar 7-13 cm. (Pemi Pidiandi, 2009)



Gambar 2.1 Pohon Manggis

Diameter buah manggis berkisar antara 4-7 cm. Ketebalan kulitnya antara 6-10 mm dan semakin matang semakin berwarna merah keunguan. Buah manggis bertekstur lembut, berwarna putih dengan rasa manis asam. Dalam satu buah manggis biasanya terbagi menjadi empat

hingga delapan segmen bagian buah berwarna putih yang dapat dimakan. (Robert Paull, 2002)



Gambar 2.2 Buah Manggis

#### 2.1.4 Kandungan Senyawa dalam Manggis

Buah manggis dijuluki “*king of tropical fruit*” karena keunikan dan berbagai manfaatnya. Tabel 2.1 menunjukkan komposisi kandungannutrisi buah manggis per 100 gram.

Tabel 2.1 Komposisi Nilai Gizi Buah Manggis per 100 gram

KOMPOSISI	NILAI
Air	70 – 80 g
Protein	0,5 g
Lemak	0,6 g
Karbohidrat	5,6 g
Kalsium	5,7 mg
Fosfor	9,4 mg
Besi	0,3 mg
Vitamin B1	0,06 mg



Vitamin B2	0,04 mg
Vitamin C	35 mg
Xanthonedagingbuah	107,76 mg
Xanthonekulitbuah	29,00 mg
Energi	63 kkal

Selain buahnya yang dapat dinikmati, kulit buah manggis juga memiliki banyak manfaat. Kulit buah manggis merupakan bagian buah manggis yang membungkus daging buah. Rasio bagian buah yang dikonsumsi dengan bagian buah yang dibuang, lebih tinggi bagian buah yang dibuang, dalam hal ini kulit buahnya yang mencapai 2/3 bagian buah atau 66,6%. Oleh sebab itu diperlukan upaya untuk memanfaatkannya. Kendala dalam pemanfaatan kulit buah manggis adalah rasanya pahit. Rasa pahit pada kulit buah manggis tersebut ada kaitannya dengan kandungan senyawa tannin yang terdapat di dalam jaringan kulit buah manggis.

Senyawa tannin merupakan asam tannat, secara teoritis suatu senyawa yang bersifat asam dapat dinetralkan dengan larutan basa, yang akan membentuk garam tannat dan air. Sifat larutan kapur tohor yang basa kuat diharapkan dapat mengikat asam tannat yang terkandung di dalam kulit buah manggis. Dengan demikian rasa pahit yang terkandung dalam kulit buah manggis dapat dinetralkan. Kulit manggis menghasilkan warna merah keunguan, dan amat sulit dibersihkan, karena mengandung tanin, resin, dan crystallizable mangostine ( $C_{20}H_{22}O_5$ ), yang mudah larut dalam alkohol atau eter, dan tidak larut dalam air.

Berikut ini adalah jenis-jenis zat yang terkandung dalam kulit buah manggis yaitu polyhydroxy-xanthone, mangostin, 3-isomangostein, alpha-mangostin, beta-mangostin, gamma-mangostin, garcinone A, B, C dan D, maclurin, mangostenol, catechin, potassium, calcium,



phosphor, besi, vitamin B1, B2, dan C, polisakarida, stilbenes, quinones, polyphenes, mangostinon A dan B, trapezifolixanthone, totophylin B, flavonoidepicatochin, dangartanin.

Kulit buah manggis juga bersifat anti jamur. Aktivitas anti jamur hasil isolasi beberapa xanthone dan beberapa derivat mangostin terhadap jamur *Fusarium oxysporum* f. sp. Vasinfectum, Alternaria tenuis, dan Drechelaoryzae dapat menghambat pertumbuhan semua jamur tersebut. Telah dilakukan pula penelitian terhadap aktivitas xanthone dalam kulit manggis terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* yang resisten terhadap antibiotik metisilin. Hasilnya menunjukkan bahwa satu isolate aktif, alfamangostin, yang merupakan salah satu derivat xanton, menghambat pertumbuhan bakteri tersebut dengan MIC sebesar 1,57 - 12,5 µg/mL.

Kulit manggis juga mempunyai khasiat yang lain, yaitu antioksidan, mujarab mengatasi jantung koroner, HIV, dan sebagainya. Menurut hasil penelitian, kulit buah manggis memiliki aktivitas HIV tipe I (Chen, 1966), antibakteri, antioksidan dan antimetastasis pada kanker usus (Tambunan, 1998).

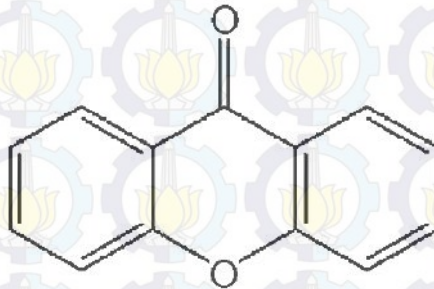
Ekstrak kulit manggis bersifat antiproliferasi untuk menghambat pertumbuhan sel kanker. Xanthone mampu merawat beberapa jenis penyakit kanker seperti kanker hati, pencernaan, paru-paru dan sebagainya. Xanthone dalam kulit manggis juga ampuh mengatasi penyakit tuberkulosis (TBC), asma, leukimia, antiinflamasi, dan antidiare.

## 2.2 Senyawa Xanthone

Xanthone adalah senyawa polyphenolic natural dengan tiga gugus cincin benzena sederhana. Xanthone banyak terdapat pada tanaman terutama pada jenis Gentianaceae, Moraceae, Guttiferae, Polygalaceae, Leguminosae, dan pada jamur serta lumut. Sudah banyak penelitian yang menunjukkan bahwa

xanthone memiliki ribuan senyawa turunan yang terdiri dari gugus *hydroxyl*, *methoxyl*, *phenyl*, dll. Seluruh turunan xanthone bermanfaat bagi dunia kesehatan. Xanthone dan turunannya memiliki khasiat sebagai anti bakteri, anti virus, anti oksidan, anti inflamasi, mengobati kanker, mengobati hipertensi, koagulan, dll. Banyak penelitian tentang cara untuk mengisolasi atau mensintesis xanthone dan turunannya karena struktur kimianya yang unik dan manfaat kesehatannya. (Yang Chun-hui dkk, 2012)

Buah manggis (*Garcinia mangostana*) merupakan salah satu sumber xanthone yang paling banyak dibandingkan buah lain. Senyawa turunan xanthone yang banyak terdapat pada buah manggis adalah -, -, dan - mangosteen. Ekstrak -mangosteen banyak digunakan dalam bahan suplemen nutrisi, kosmetik herbal, dan bidang farmasi. (Abdalahim dkk, 2012)



Gambar 2.3 Struktur kimia xanthone

(Carr, 2011)

### 2.3 Ekstraksi

Ekstraksi merupakan proses pemisahan dua zat atau lebih dengan menggunakan pelarut yang tidak saling campur. Berdasarkan fase yang terlibat, terdapat dua jenis ekstraksi, yaitu ekstraksi cair-cair dan ekstraksi padat-cair. Pemindahan komponen dari padatan ke pelarut pada ekstraksi padat-cair melalui tiga tahapan, yaitu difusi pelarut ke pori-pori padatan atau kedinding sel, di dalam dinding sel terjadi pelarutan padatan oleh pelarut, dan tahapan terakhir adalah pemindahan larutan dari pori-

pori menjadi larutan ekstrak. Ekstraksi padat-cair dipengaruhi oleh waktu ekstraksi, suhu yang digunakan, pengadukan, dan banyaknya pelarut yang digunakan (Harborne 1987). Tingkat ekstraksi bahan ditentukan oleh ukuran partikel bahan tersebut. Bahan yang diekstrak sebaiknya berukuran seragam untuk mempermudah kontak antara bahan dan pelarut sehingga ekstraksi berlangsung dengan baik. (Sudarmadji & Suhardi 1996).

Ekstraksi dengan pelarut dapat dilakukan dengan cara dingin dan cara panas. Jenis-jenis ekstraksi tersebut sebagai berikut:

### **2.3.1. Ekstraksi secara dingin**

**Maserasi** merupakan cara ekstraksi yang paling sederhana. Bahan simplisia yang dihaluskan sesuai dengan syarat farmakope (umumnya terpotong-potong atau berupa serbuk kasar) disatukan dengan bahan pengekstraksi. Selanjutnya rendaman tersebut disimpan terlindung dari cahaya langsung (mencegah reaksi yang dikatalisis cahaya atau perubahan warna) dan dikocok kembali. Waktu lamanya maserasi berbeda-beda antara 4-10 hari. Secara teoritis pada suatu maserasi tidak memungkinkan terjadinya ekstraksi absolute. Semakin besar perbandingan cairan pengekstraksi terhadap simplisia, akan semakin banyak hasil yang diperoleh.

Metode maserasi digunakan untuk menyari simplisia yang mengandung komponen kimia yang mudah larut dalam cairan penyari, tidak mengandung benzoin, tiraks dan lilin (Sudjadi, 1988).

Keuntungan dari metode ini adalah peralatannya sederhana. Sedang kerugiannya antara lain waktu yang diperlukan untuk mengekstraksi sampel cukup lama, cairan penyari yang digunakan lebih banyak, tidak dapat digunakan untuk bahan-bahan yang mempunyai tekstur keras seperti benzoin, tiraks dan lilin.

Metode maserasi dapat dilakukan dengan modifikasi sebagai berikut :



- Modifikasi maserasi melingkar
- Modifikasi maserasi digesti
- Modifikasi Maserasi Melingkar Bertingkat
- Modifikasi remaserasi
- Modifikasi dengan mesin pengaduk

(Sudjadi, 1988).

**Soxhletasi** merupakan penyarian simplisia secara berkesinambungan. Soxhletasi dilakukan dalam sebuah alat yang disebut soxhlet. Cairan penyari diisikan pada labu, serbuk simplisia diisikan pada tabung dari kertas saring, atau tabung yang berlubang-lubang dari gelas, baja tahan karat, atau bahan lain yang cocok. Cairan penyari dipanaskan hingga mendidih. Uap cairan penyari naik ke atas melalui pipa samping, kemudian diembunkan kembali oleh pendingin tegak.

Cairan turun ke labu melalui tabung yang berisi serbuk simplisia. Cairan penyari sambil turun melarutkan zat aktif serbuk simplisia. Karena adanya sifon maka setelah cairan mencapai permukaan sifon, seluruh cairan akan kembali ke labu. (Sudjadi, 1988).

Keuntungan metode ini adalah :

- Dapat digunakan untuk sampel dengan tekstur yang lunak dan tidak tahan terhadap pemanasan secara langsung.
- Digunakan pelarut yang lebih sedikit
- Pemanasannya dapat diatur (Sudjadi, 1988).

Kerugian dari metode ini :

- Karena pelarut didaur ulang, ekstrak yang terkumpul pada wadah di sebelah bawah terus-menerus dipanaskan sehingga dapat menyebabkan reaksi peruraian oleh panas.
- Jumlah total senyawa-senyawa yang diekstraksi akan melampaui kelarutannya dalam pelarut tertentu sehingga dapat mengendap dalam wadah dan

membutuhkan volume pelarut yang lebih banyak untuk melarutkannya.

Bila dilakukan dalam skala besar, mungkin tidak cocok untuk menggunakan pelarut dengan titik didih yang terlalu tinggi, seperti metanol atau air, karena seluruh alat yang berada di bawah kondensor perlu berada pada suhu ini untuk pergerakan uap pelarut yang efektif. (Sudjadi, 1988).

Metode ini terbatas pada ekstraksi dengan pelarut murni atau campuran azeotropik dan tidak dapat digunakan untuk ekstraksi dengan campuran pelarut, misalnya heksan : diklormetan = 1 : 1, atau pelarut yang diasamkan atau dibasakan, karena uapnya akan mempunyai komposisi yang berbeda dalam pelarut cair di dalam wadah. (Sudjadi, 1988).

**Perkolasi** adalah cara penyarian dengan mengalirkan penyari melalui serbuk simplisia yang telah dibasahi. Perkolasi dilakukan dalam wadah berbentuk silindris atau kerucut (perkolator), yang memiliki jalan masuk dan keluar yang sesuai. Bahan pengestraksi yang dialirkan secara terus-menerus dari atas, akan mengalir turun secara lambat melintasi simplisia yang umumnya berupa serbuk kasar. Melalui penyegaran bahan pelarut secara terus-menerus, akan terjadi proses maserasi bertahap banyak. Jika pada maserasi sederhana, tidak terjadi ekstraksi yang sempurna dari simplisia karena akan terjadi keseimbangan konsentrasi antara larutan dalam sel dengan cairan disekelilingnya, maka pada perkolasi melalui suplai bahan pelarut segar, perbedaan konsentrasi tadi selalu dipertahankan. Dengan demikian ekstraksi total secara teoritis dimungkinkan (praktis jumlah bahan yang dapat diekstraksi mencapai 95%). Keuntungan metode ini adalah tidak memerlukan langkah tambahan yaitu sampel padat telah terpisah dari ekstrak. Kerugiannya adalah kontak antara sampel padat



tidak merata atau terbatas dibandingkan dengan metode refluks, dan pelarut menjadi dingin selama proses perkolasi sehingga tidak melarutkan komponen secara efisien. (Sutriani L., 2008)

### **2.3.2. Ekstraksi secara panas**

#### **a. Metode refluks**

Keuntungan dari metode ini adalah digunakan untuk mengekstraksi sampel-sampel yang mempunyai tekstur kasar dan tahan pemanasan langsung. Sedangkan kerugiannya adalah membutuhkan volume total pelarut yang besar dan sejumlah manipulasi dari operator (Sutriani L., 2008).

#### **b. Metode destilasi uap**

Destilasi uap adalah metode yang populer untuk ekstraksi minyak-minyak menguap (esensial) dari sampel tanaman. Metode destilasi uap air diperuntukkan untuk menyari simplisia yang mengandung minyak menguap atau mengandung komponen kimia yang mempunyai titik didih tinggi pada tekanan udara normal. (Sutriani L., 2008).

Pelarut yang baik untuk ekstraksi adalah pelarut yang mempunyai daya melarut yang tinggi terhadap zat yang diekstraksi. Daya melarutkan yang tinggi ini berhubungan dengan kepolaran pelarut dan kepolaran senyawa yang diekstraksi. Terdapat kecenderungan kuat bagi senyawa polar larut dalam pelarut polar dan sebaliknya. (Sutriani L., 2008).

Pemilihan pelarut pada umumnya dipengaruhi oleh:

- Selektivitas, pelarut hanya boleh melarutkan ekstrak yang diinginkan.
- Kelarutan, pelarut sedapat mungkin memiliki kemampuan melarutkan ekstrak yang besar.

- Kemampuan tidak saling bercampur, pada ekstraksi cair, pelarut tidak boleh larut dalam bahan ekstraksi.
- kerapatan, sedapat mungkin terdapat perbedaan kerapatan yang besar antara pelarut dengan bahan ekstraksi.
- Reaktivitas, pelarut tidak boleh menyebabkan perubahan secara kimia pada komponen bahan ekstraksi.
- Titik didih, titik didh kedua bahan tidak boleh terlalu dekat karena ekstrak dan pelarut dipisahkan dengan cara penguapan, distilasi dan rektifikasi.
- Kriteria lain, sedapat mungkin murah, tersedia dalam jumlah besar, tidak beracun, tidak mudah terbakar, tidak eksplosif bila bercampur udara, tidak korosif, bukan emulsifier, viskositas rendah dan stabil secara kimia dan fisika. (Sutriani L., 2008).

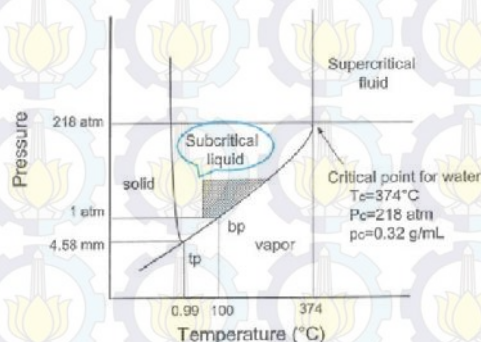
## 2.4 Ekstraksi *Hydrothermal*

Secara umum, kondisi *hydrothermal* adalah suatu kondisi yang melibatkan air bertekanan tinggi dan bersuhu tinggi. Air yang berada pada temperatur lebih tinggi dari titik didih ambiennya bisa diaplikasikan untuk ekstraksi, pada suhu lebih rendah, jenis kandungan ionic dan polar akan terekstrak, pada suhu lebih tinggi, substansi nonpolar akan terlarut dan terekstrak. Air menghilangkan substansi komponen nonpolar dengan menginteraksikannya dengan substrat dan melemahkan gaya ikatannya. (Brunner, 2008). Keuntungan metode *hydrothermal* untuk ekstraksi ini adalah kemampuan untuk membuat ekstrak yang tidak stabil pada titik leburnya, Selain itu, metode ini tidak membutuhkan senyawa organik sebagai pelarutnya. Metode ini ramah lingkungan dan serbaguna karena tidak melibatkan pelarut organik. Selain itu, bahan yang memiliki tekanan uap tinggi dekat

titik lebur juga dapat tumbuh dengan metode *hydrothermal*. (Schmid,2004)

Air yang digunakan dalam proses ekstraksi *hydrothermal* ini adalah *subcritical water* yang memiliki sifat fisik tetap berbentuk liquid dalam rentang suhu 100 °C sampai 374 °C dan dalam kondisi bertekanan. Air ini memiliki dua sifat unik, sifat yang pertama adalah *ion product* yang tinggi pada suhu yang tinggi. Kenyataan ini menunjukkan bahwa air dapat bertindak sebagai katalis asam maupun basa. Air ini juga mampu dikatalisis oleh proses kondensasi peptida, asam dikarboksilat, dan isomer dari asam lemak dan sakarida. Sifat lainnya adalah konstanta dielektriknya yang relatif rendah, Konstanta dielektrik *subcritical water* konstan pada 200 °C sampai 300 °C, hampir sama dengan aseton dan methanol ambient, menunjukkan bahwa air dapat digunakan untuk mengekstraksi zat hidrofobik dari sumber daya alam. Kelarutan asam lemak dalam air diukur, dan itu menunjukkan bahwa ikatan hidrogen antara molekul air menjadi sangat lemah pada suhu yang lebih tinggi dari 150°C. Pada *subcritical water*, juga ditemukan bahwa *subcritical water* memiliki kemampuan yang baik untuk melarutkan lipid. (Adachi,2009)

Gambar 2.4 memperlihatkan fase diagram Pressure-Temperature untuk air murni (*pure water*).



Gambar 2.4. P-T fase diagram untuk air murni (*Pure Water*)



Dari diagram tersebut, dapat terlihat bahwa air memiliki suhu kritis 374 °C dan tekanan kritis 218 atm. Di bagian kanan atas titik tersebut, terdapat daerah kondisi *supercritical* yaitu daerah yang berada diatas suhu dan tekanan kritisnya. Kondisi *subcritical*, seperti yang ditunjukkan pada diagram, terdapat pada daerah di kiri bawah titik kritis. Karena yang dipakai adalah *subcritical water*, maka daerah yang tercakup adalah daerah *subcritical liquid*.

## 2.5 Pemodelan Ekstraksi *Hydrothermal*

### 2.5.1. Thermodynamic Model (SWE)

Pemodelan menggunakan koefisien partisi ( $K_D$ ) mendeskripsikan proses ekstraksi yang dikontrol oleh partisi solute antara solute dalam matrix dan juga solute dalam solvent. Menurut hukum distribusi yang dinyatakan oleh Nertst pada tahun 1891, bahwa suatu zat yang terlarut akan membagi diri antara dua pelarut yang tidak saling melarutkan sedemikian rupa, sehingga perbandingan aktifitas pada keadaan setimbang dan suhu tertentu adalah tetap.

Dalam ekstraksi peristiwa ini terjadi ketika nilai kandungan solute dalam tanaman kecil. Laju alir pelarut yang digunakan juga kecil karena kandungan solute yang kecil, sehingga sistem ekstraksi ini dapat ditinjau dari segi termodinamika. Ketika pemodelan  $K_D$  diaplikasikan pada suatu proses ekstraksi maka kurva ekstraksi akan mengikuti persamaan berikut :

$$\frac{M_b}{M_i} = \frac{\left(1 - \frac{M_a}{M_i}\right)}{\left(\frac{K_D m}{(V_b - V_a)\rho} + 1\right)} + \frac{M_a}{M_i} \quad (2.2)$$

Dimana,

$M_a$  = Total massa yang terekstraksi pada jumlah volume A  
(mg/g dry sample)

$M_b$  = Total massa yang terekstraksi pada jumlah volume B  
(mg/g dry sample)

$M_i$  = Total massa awal ekstrak pada feed (mg/g dry sample)



$K_D$  = Koefisien distribusi

$\rho$  = Densitas ekstrak (mg/ml)

$m$  = massa sample yang terekstrak (mg dry sample)

Persamaan 2.2 diturunkan berdasarkan persamaan 2.1 yang merupakan pengertian dasar dari koefisien partisi, yaitu perbandingan antara konsentrasi solute dalam matrix dan juga solute dalam solvent.

$$K_D = \frac{\text{Concentration of solute in the matrix}}{\text{Concentration of solute in the extraction fluid}} \quad (2.2)$$

(Khajenoori, 2008)

## 2.6 Penelitian Terdahulu

Robert Bunsen (1839) memasukkan air ke dalam tabung kaca berdinding tebal. Kemudian dipanaskan pada suhu di atas 200 °C dan tekanan di atas 100 Bar. Ini pendapat pertama bahwa air dapat menjadi media pelarut pada proses *hydrothermal*.

Seorang peneliti dari Malaysia, Saim dkk (2008) berhasil mengekstraksi kandungan *Essential Oil* dari akar coriander (*Coriandrum sativum* L.) menggunakan proses *hydrothermal* dengan *subcritical water* sebagai pelarutnya.

Kiwa Kitada dkk. (2009) menganalisa aktifitas antioksidan dan antibakterial pada ekstrak nutraceutical dari *Chlorella vulgaris*, yang diperoleh dari ekstraksi secara *hydrothermal*. Dari penelitian ini diketahui bahwa semakin tinggi suhu ekstraksi *hydrothermal*, yield ekstrak yang diperoleh juga semakin besar.

Singh dkk (2011) melakukan eksperimen ekstraksi kandungan *phenolic compounds* dari kulit ari kentang dengan menggunakan *subcritical water* sebagai pelarutnya. Dari penelitian diketahui bahwa penggunaan *subcritical water* pada suhu 160 °C – 180 °C, tekanan 6 MPa, dan waktu ekstraksi 60 menit dapat menjadi pengganti pelarut organik yang bagus untuk mengekstrak kandungan *phenolic compound* dari kulit ari kentang.

Zarena dkk, (2011) melakukan penelitian ekstraksi kulit manggis menggunakan metode *supercritical CO<sub>2</sub>* dengan

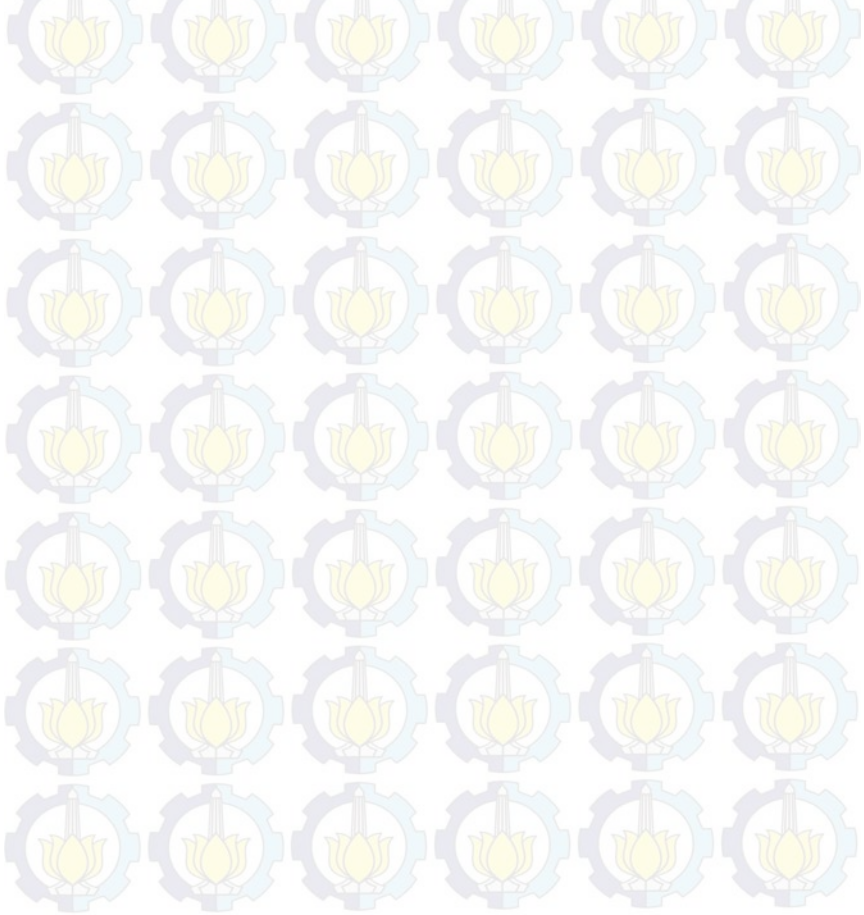
menggunakan variabel tekanan serta suhu untuk mengetahui kondisi optimum ekstraksi dengan CO<sub>2</sub> superkritis. Dari hasil penelitian ini, dapat diketahui bahwa kondisi optimum ekstraksi dengan CO<sub>2</sub> superkritis adalah pada suhu ekstraksi 60°C dan tekanan 30 MPa.

Stevi dkk (2012) melakukan penelitian ekstraksi kulit buah manggis dengan metode maserasi menggunakan pelarut methanol untuk menentukan kandungan fenolik dan aktivitas antioksidannya. Dari penelitian ini, dapat diketahui bahwa ekstrak dari *starting material* kering menghasilkan yield lebih banyak daripada *starting material* basah.

Qifni dan Dwitama (2013) melakukan penelitian ekstraksi hydrothermal dari kulit buah manggis secara semi batch dan batch dengan menggunakan variabel tekanan dan suhu untuk mengetahui kondisi optimum ekstraksi serta mengetahui efisiensi antioksidan. Dari hasil penelitian diketahui bahwa kenaikan tekanan pada proses ekstraksi *hydrothermal* (1-5 MPa) menyebabkan peningkatan *total phenolic compound* (TPC) dan *yield xanthone* dalam ekstrak. Kenaikan suhu operasi pada proses ekstraksi *hydrothermal* (120°C-180°C) menyebabkan peningkatan *total phenolic compound* (TPC) dan *yield xanthone*. Kondisi optimum untuk mendapatkan *Total Phenolic Compound* (TPC) maksimum yakni pada suhu 180°C dengan tekanan 5 MPa, sedangkan untuk mendapatkan *yield xanthone* maksimum didapatkan kondisi optimum pada suhu 150°C dengan tekanan 5 MPa. Dari segi kandungan TPC, *xanthone*, dan efisiensi antioksidan, hasil ekstrak *hydrothermal batch* lebih baik daripada ekstrak *hydrothermal semi batch*.

Simon dan Kevin (2014) melakukan penelitian ekstraksi hydrothermal dari kulit buah manggis secara semi batch dan batch dengan menggunakan variabel ukuran *starting material*, tekanan dan suhu untuk mengetahui kondisi optimum ekstraksi serta mengetahui efisiensi antioksidan. Kondisi optimum untuk mendapatkan *Total Phenolic Compound* (TPC) maksimum didapatkan pada suhu 180°C, ukuran 16-24 mesh, rasio 2.5 gr/15

ml, dan waktu 150 menit; sedangkan konsentrasi *xanthone* maksimum didapatkan pada suhu 180°C, ukuran 35-42 mesh, rasio 2.5 gr/15 ml, waktu 150 menit. Dari segi kandungan *xanthone*, hasil ekstrak *hydrothermal batch* lebih baik daripada ekstrak *hydrothermal semibatch*. Sedangkan dari segi kandungan TPC, hasil ekstrak *hydrothermal semibatch* lebih baik daripada ekstrak *hydrothermal batch*.





## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Deskripsi Proses Penelitian**

Proses ekstraksi *hydrothermal* ini digunakan untuk mengekstrak *xanthone* dari bahan baku kulit buah manggis (*Garcinia Mangostana*) yang masih segar. Metode ekstraksi yang digunakan adalah dengan proses *hydrothermal* dengan pelarut berupa air pada kondisi subkritis. Proses ekstraksi dilakukan secara *semibatch*. Suhu operasi yang digunakan adalah 120, 140, 160, 180 dan 200 °C, dengan tekanan sebesar 3, 5, dan 10MPa, dan laju alir air sebesar 1mL/min. Dengan proses ekstraksi secara *hydrothermal* ini diharapkan akan diperoleh pengetahuan tentang kondisi operasi terbaik untuk menghasilkan *xanthone* dengan kadar antioksidan dan kualitas yang baik. Kadar *xanthone* dalam ekstrak kulit manggis selanjutnya dianalisa dengan metode spektrofotometri. Selain itu juga dilakukan pemodelan ekstraksi menggunakan *thermodynamics* dan *mass transfer diffusion model*. Selanjutnya hasil ekstraksi *hydrothermal* akan dibandingkan dengan hasil dari pemodelan.

#### **3.2 Variabel Penelitian**

Penelitian ekstraksi kulit buah manggis secara *hydrothermal* ini dilakukan secara *semibatch*. Kondisi kulit yang digunakan dalam kondisi kering dan segar. Suhu operasi yang digunakan adalah 120, 140, 160, 180, dan 200 °C dengan tekanan operasi masing-masing sebesar 3, 5, dan 10 MPa, dan laju alir air 1mL/min.

#### **3.3 Bahan Ekstraksi *Hydrothermal* dan Analisa**

##### **1. Kulit Manggis**

Bahan baku kulit manggis ini berfungsi sebagai *starting material*. Jenis kulit manggis yang digunakan adalah *Garcinia Mangostana*. Analisa proksimat pada kulit buah manggis menunjukkan bahwa kadar airnya 37.68%, kadar



abu 1,01%, kadar lemak 0,63%, protein 0,71%, total gula 1,17% dan karbohidrat 35,61%. Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa kulit buah manggis kaya akan kandungan antioksidan terutama antosianin, *xanthone*.

2. Aquadest

Aquadest ini digunakan sebagai pelarut dalam proses ekstraksi secara *hydrothermal*. Aquadest yang digunakan sebagai pelarut ini adalah kondisi subkritis.

3. *Xanthone*

Digunakan sebagai larutan standar untuk analisa kuantitatif *xanthone* yang terkandung di dalam ekstrak

### 3.4 Peralatan Ekstraksi *Hydrothermal* dan Analisa

1. *High Performance Liquid Chromatography (HPLC) Pump*

Pompa ini digunakan pada ekstraksi *hydrothermal* secara *semibatch* untuk memompa air pelarut kedalam ekstraktor sampai pada tekanan operasi yang diinginkan. HPLC pump ini bisa menaikkan tekanan liquid hingga mencapai 40 MPa.



Gambar 3.1 High Performance Liquid Chromatography Pump

2. Ekstraktor *Semibatch*

Digunakan sebagai tempat ekstraksi *hydrothermal* secara *semibatch* dari *starting material* berupa kulit manggis. Ekstraktor yang terbuat dari *stainless steel* berbentuk silinder dengan dimensi: panjang 4,42 cm dan *inside diameter* 2,85 cm. Jenis ekstraktor ini adalah *fixed bed*, dimana di kedua

sisinya (*inlet* dan *outlet*) terdapat filter dengan ukuran 50  $\mu\text{m}$ .

### 3. *Furnace*

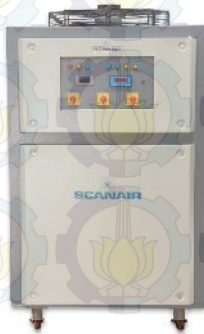
*Furnace/Oven* digunakan sebagai pemanas untuk menaikkan dan menjaga suhu operasi ekstraksi. *Furnace* ini mampu bekerja hingga suhu 310 °C.



Gambar 3.2 *Furnace*

### 4. *Cooler/Chiller*

*Cooler/chiller* digunakan sebagai pendingin campuran uap air dan uap ekstrak *xanthone* yang dihasilkan dari proses ekstraksi secara *semibatch hydrothermal*. Bahan yang digunakan sebagai pendingin adalah air. Aliran dari pendingin ini bersifat *counter current* terhadap aliran ekstrak.



Gambar 3.3 *Chiller*

### 5. Filter

Filter yang terbuat dari *stainless steel* dengan ukuran pori 7  $\mu\text{m}$  berfungsi untuk menyaring partikel-partikel yang mungkin terlarut di dalam ekstrak.

### 6. Back Pressure Regulator (BPR)

*Back pressure regulator* digunakan sebagai pengontrol tekanan dalam sistem ekstraksi.

### 7. Collection Vial

*Collection Vial* digunakan sebagai penampung/tempat mengumpulkan ekstrak dari kulit manggis.

### 8. UV-Vis Spectrophotometer

*UV-Vis Spectrophotometer* ini digunakan untuk menganalisa kandungan *xanthone*.

## 3.5 Prosedur Penelitian

Penelitian ini terbagi menjadi 2 tahap, yaitu percobaan dan pemodelan. Percobaan terdiri dari 3 tahap persiapan *starting material*, proses ekstraksi, dan analisa.

### 3.5.1 Percobaan Ekstraksi Hydrothermal

#### 3.5.1.1 Persiapan *Starting material* Kulit Manggis

Dalam penelitian ini digunakan dua variabel kondisi *starting material* kulit manggis kering dan kulit manggis segar. Tahap pertama untuk persiapan *starting material* kulit manggis kering ekstraksi ini adalah *size reduction* dari kulit manggis. Mula-mula, kulit manggis dipisahkan dari daging buahnya. Setelah itu, kulit manggis tersebut dihancurkan menggunakan *mill*. Kemudian, kulit manggis dikeringkan di dalam oven dengan suhu  $60^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam.

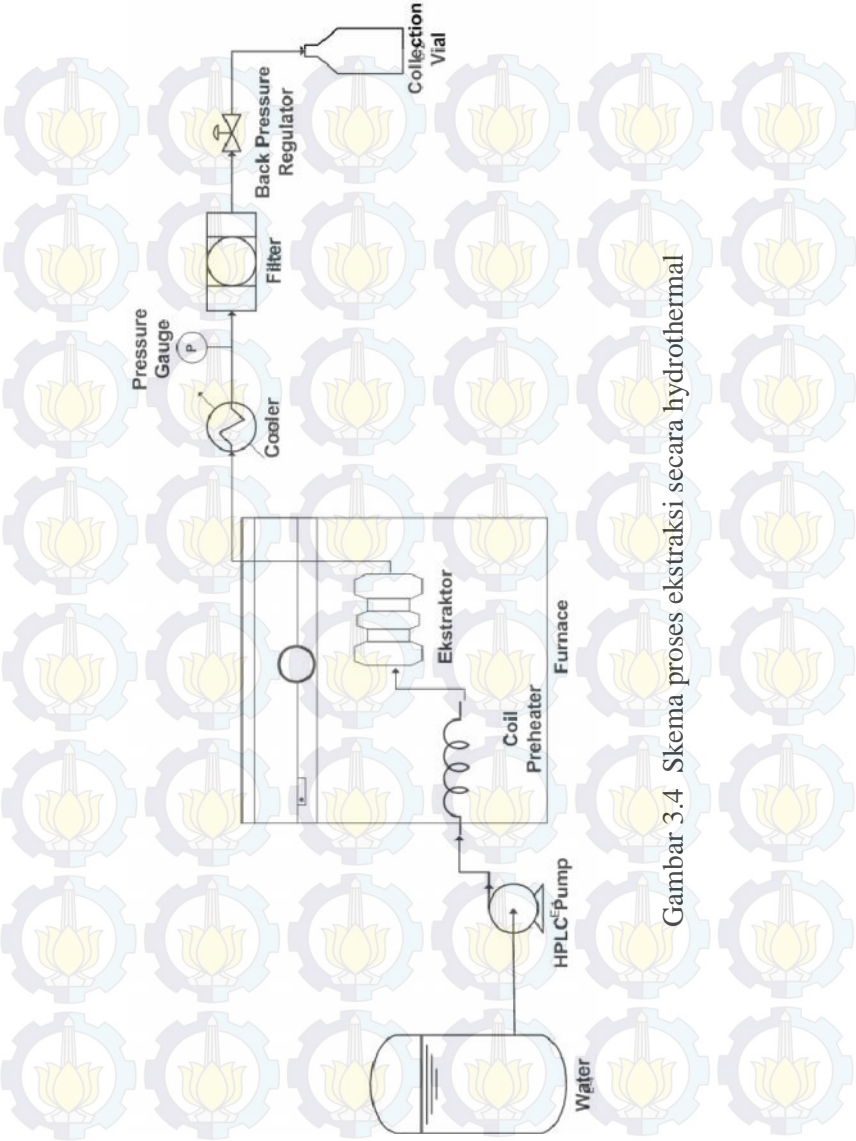
Sedangkan untuk variabel *starting material* kulit manggis segar, tahap pertama sama seperti kulit manggis kering yaitu kulit manggis melalui tahap *size reduction* dengan cara dihancurkan

menggunakan *mill*. Namun, variabel kulit manggis segar tidak melalui tahap pengeringan.

### 3.5.1.2 Proses Ekstraksi

Pada proses ekstraksi *hydrothermal semibatch* (gambar 3.4), mula-mula *starting material* dimasukkan ke dalam ekstraktor hingga memenuhi volume ekstraktor (kondisi *fixed bed*). Kemudian, di kedua sisi *inlet* dan *outlet* ekstraktor ditambahkan *glass bead*. *Glass bead* ini berfungsi untuk mencegah terjadinya *channeling*, sehingga aliran air yang masuk ekstraktor terdistribusi sempurna ke semua arah karena adanya *glass bead*. *Glass bead* yang dipakai tipe BZ-2 dengan diameter 1,5 mm – 2,5 mm. Kemudian ekstraktor tersebut dimasukkan ke dalam *furnace*. Selanjutnya air sebagai pelarut dipompa ke dalam ekstraktor menggunakan HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*) Pump. HPLC pump ini berfungsi untuk menaikkan tekanan pelarut sesuai dengan kondisi operasi ekstraksi secara *hydrothermal*. Pada HPLC pump ini, aliran pelarut diatur dengan flow rate 1 mL/menit. Tekanan operasi ekstraksi *hydrothermal* ini diatur menggunakan BPR dengan cara menutup BPR sampai tekanan yang diinginkan. Kemudian, air tersebut dipanaskan menggunakan *preheater* dan *furnace* hingga mencapai kondisi subkritis. *Preheater* ini berupa lilitan *tube* yang dipasang di dalam *furnace*. Di dalam *furnace*, *starting material* yang terdapat didalam ekstraktor diekstraksi dengan *subcritical water*. Untuk memastikan suhu di dalam ekstraktor sesuai dengan suhu yang diinginkan, suhu liquid masuk dan keluar ekstraktor masing-masing diukur dengan termokople T<sub>1</sub> dan T<sub>2</sub>. Setelah itu, larutan ekstrak yang telah dihasilkan tersebut didinginkan dengan *cooler* dan kemudian dilewatkan filter. Kemudian ekstrak yang telah diperoleh ditampung di dalam botol/*collection vial*, setelah melalui BPR. Larutan ekstrak selanjutnya disimpan dalam lemari es sampai dianalisa.





Gambar 3.4 Skema proses ekstraksi secara hydrothermal

### 3.5.1.3 Analisa Ekstrak

Pada penelitian ini, dilakukan analisa kandungan *xanthone* pada kulit manggis. Analisa kandungan *xanthone* dalam ekstrak dilakukan menggunakan metode spektrofotometri. Untuk analisa kandungan *xanthone*, mula-mula spektrofotometer dikalibrasi terlebih dahulu, dengan cara memasukkan larutan blanko (aquades) ke dalam kuvet, kemudian mengukurnya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 236 nm, kemudian mengatur nilai absorbansi = 0 dan nilai transmitansi = 100%. Setelah itu, mengukur absorbansi larutan *xanthone* standar dengan konsentrasi 0,1 hingga 0,5 mg/mL. Kemudian membuat kurva kalibrasi *xanthone* dari nilai absorbansi yang telah diperoleh. Selanjutnya mengukur absorbansi ekstrak yang telah diencerkan dengan aquades. Kandungan *xanthone* dalam ekstrak dapat dihitung dengan membandingkan nilai absorbansi ekstrak dengan persamaan kurva kalibrasi *xanthone* standar yang telah dibuat. Analisa ini dilakukan karena *xanthone* merupakan antioksidan utama dalam kulit manggis. (Jung et al., 2006)

### 3.5.2 Pemodelan Ekstraksi Hydrothermal

Pemodelan ini menggunakan solver pada Excel . Dalam pemodelan ini menggunakan *thermodynamic model*.

$$K_D = \frac{\text{Concentration of solute in the matrix}}{\text{Concentration of solute in the extraction fluid}} \quad (3.1)$$

Massa hasil analisa pada masa fluida yang terekstraksi dan massa hasil analisa yang tersisa pada feed masuk bergantung pada nilai  $K_D$ , dimana  $K_D$  adalah koefisien distribusi. Ketika pemodelan  $K_D$  diaplikasikan pada suatu proses ekstraksi maka kurva ekstraksi akan mengikuti persamaan berikut :

$$\frac{M_b}{M_i} = \frac{\left(1 - \frac{M_a}{M_i}\right)}{\left(\frac{K_D m}{(V_b - V_a)\rho} + 1\right)} + \frac{M_a}{M_i} \quad (3.2)$$

Dimana,

$M_a$  = Total massa yang terekstraksi pada jumlah volume A  
(mg/g dry sample)

$M_b$  = Total massa yang terekstraksi pada jumlah volume B

(mg/g dry sample)

$M_i$  = Total massa awal ekstrak pada feed (mg/g dry sample)

$K_D$  = Koefisien distribusi

$\rho$  = Densitas ekstrak (mg/ml)

$M$  = massa sampe yang terekstrak (mg dry sample)

### 3.6 Variabel Ekstraksi

Semi-Batch

- Variabel bebas
  - Suhu = 120, 140, 160, 180 dan 200 °C
  - Tekanan = 3, 5, dan 10 MPa
  - Flowrate = 1 mL/min.
  - Kondisi *starting material* = Kulit manggis segar dan kering
- Variabel tetap
  - Waktu = 180 menit

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini telah dipelajari pengaruh tekanan dan suhu operasi ekstraksi *hydrothermal* serta kondisi *starting material* yaitu kulit manggis segar dan kulit manggis kering terhadap kandungan *xanthone* pada ekstrak kulit buah manggis. Beberapa variabel diatas perlu dipelajari untuk mengetahui kondisi optimal dari ekstraksi *hydrothermal* kulit buah manggis ini. Selain itu telah dipelajari pemodelan ekstraksi *hydrothermal* menggunakan *thermodynamicmodel* dengan mencari nilai koefisien distribusi. Penelitian ini menggunakan proses ekstraksi *hydrothermal* semi batch.

#### 4.1 Ekstraksi *Hydrothermal*

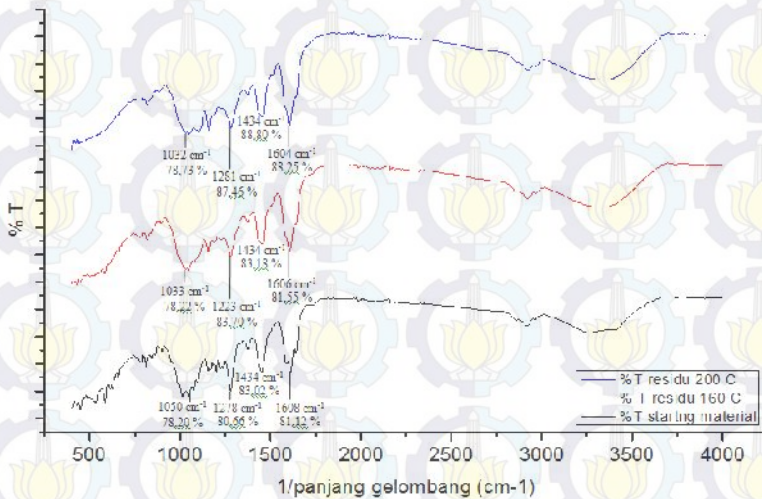
Ekstraksi *hydrothermal* ini menggunakan sistem semi-batch, dengan variabel suhu operasi 120 °C, 140 °C, 160 °C, 180 °C, dan 200 °C dengan variabel tekanan 3 MPa, 5 MPa, dan 10 MPa. Selain itu digunakan variabel kulit manggis segar dan kulit manggis kering. Kulit manggis kering melalui tahap preparasi size reduction dan pengeringan pada suhu 60 °C selama 24 jam, sedangkan variabel kulit manggis segar tanpa melalui proses pengeringan. Variabel ini digunakan untuk mengetahui pengaruh kondisi operasi terhadap % *recoveryxanthone* yang terekstrak.

Pada ekstraksi *hydrothermal* semibatch, *subcritical water* sebagai solvent dialirkan secara konstan ke dalam ekstraktor yang telah diisi dengan *starting material* kulit manggis, dengan flowrate 1 ml/menit melalui HPLC pump.

Gambar 4.1 menunjukkan perbandingan hasil analisa kromatografi FTIR pada *starting material* kulit manggis dan residu. Analisa dilakukan pada rentang *wavelength* 4000-500 cm<sup>-1</sup>. Dari hasil analisa FTIR dapat diketahui apakah *xanthone* telah terekstrak melalui identifikasi ikatan kimia dalam residu. Pada umumnya kulit manggis mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang mengandung gugus alkena, ester, keton, alkohol, dan



gugus aromatik (Machmudah, 2015). Dari gambar tersebut, terlihat bahwa kandungan senyawa *xanthone* telah terekstrak.



Gambar 4.1 Hasil analisa kromatografi FTIR pada *starting material* dan residu

Dapat dilihat dari gambar 2.3 bahwa *xanthone* mengandung gugus C=O dengan panjang gelombang  $1060\text{ cm}^{-1}$  (Machmudah, 2015). Pada gambar 4.1 terlihat bahwa % transmittan starting material pada range panjang gelombang C=O sebesar 78,20 %. Sedangkan % transmittan pada residu baik  $160^\circ\text{C}$  (78,72 %) maupun  $200^\circ\text{C}$  (78,73 %) mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi deformasi dari gugus aromatik C=O yang berarti bahwa *xanthone* telah terkestrak.

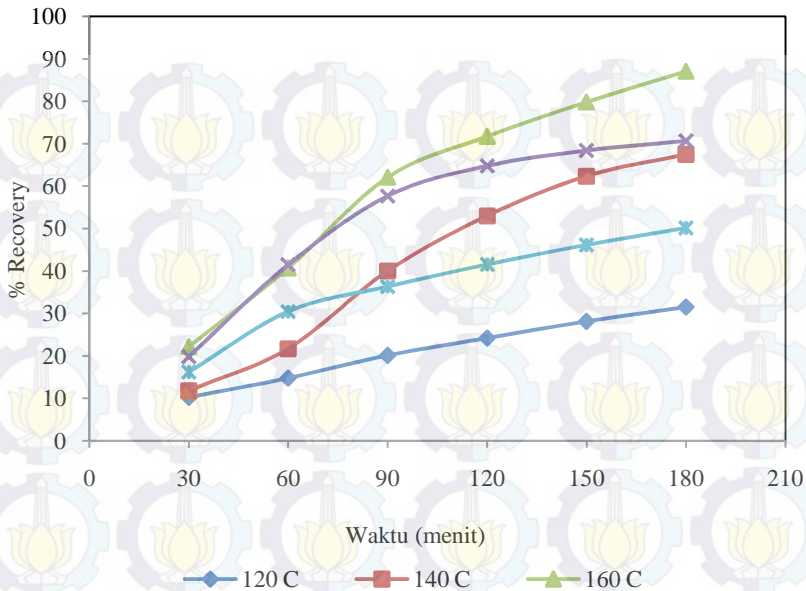
Gugus C-O-C berada pada range panjang gelombang sekitar  $1232\text{ cm}^{-1}$  (Machmudah, 2015). Dari gambar 4.1 terlihat bahwa pada range panjang gelombang C-O-C % transmittan pada starting material (80,66 %) dengan peak jauh lebih tajam dibandingkan pada residu  $160^\circ\text{C}$  (83,70 %) dan residu  $200^\circ\text{C}$  (87,46 %). Hal ini menunjukkan bahwa pada proses ekstraksi gugus C-O-C kulit manggis lebih reaktif dan berkurang.

Xanthone juga mengandung gugus C-H yang berada pada panjang gelombang  $1402\text{ cm}^{-1}$  (Machmudah, 2015). Pada gambar 4.1 baik starting material, residu  $160\text{ }^{\circ}\text{C}$ , maupun residu  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$  menunjukkan peningkatan nilai % transmitan dengan % transmitan untuk starting material sebesar 83,02 %, residu  $160\text{ }^{\circ}\text{C}$  sebesar 83,18 %, dan residu  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$  sebesar 88,80 %. Peningkatan % transmitan menunjukkan berkurangnya jumlah gugus C-H.

Selain itu xanthone memiliki gugus  $\text{C}=\text{C}$  yang berada pada panjang gelombang  $1613\text{ cm}^{-1}$  (Machmudah, 2015). Dari gambar 4.1 terlihat ketajaman peak berkurang seiring bertambahnya suhu. Peak starting material dengan % transmitan 81,12 % lebih tajam dibandingkan peak residu  $160^{\circ}\text{C}$  (81,55 %) dan residu  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$  (88,25 %) yang menunjukkan bahwa ikatan  $\text{C}=\text{C}$  juga telah terkonsumsi selama proses ekstraksi. Dari hasil pembahasan dapat disimpulkan bahwa ekstraksi hydrothermal kulit buah manggis dapat mengekstrak xanthone.

#### **4.1.1 Pengaruh Suhu Operasi Terhadap % *Recovery*Xanthone yang Terekstrak**

Gambar 4.2 da 4.3 berturut-turut menunjukkan pengaruh suhu operasi terhadap % *recoveryxanthone* yang terekstrak pada 5MPa untuk variabel kulit manggis kering dan kulit manggis segar.



Gambar 4.2 Pengaruh suhu operasi terhadap % *recovery* xanthone pada 5 MPA variabel kulit manggis kering

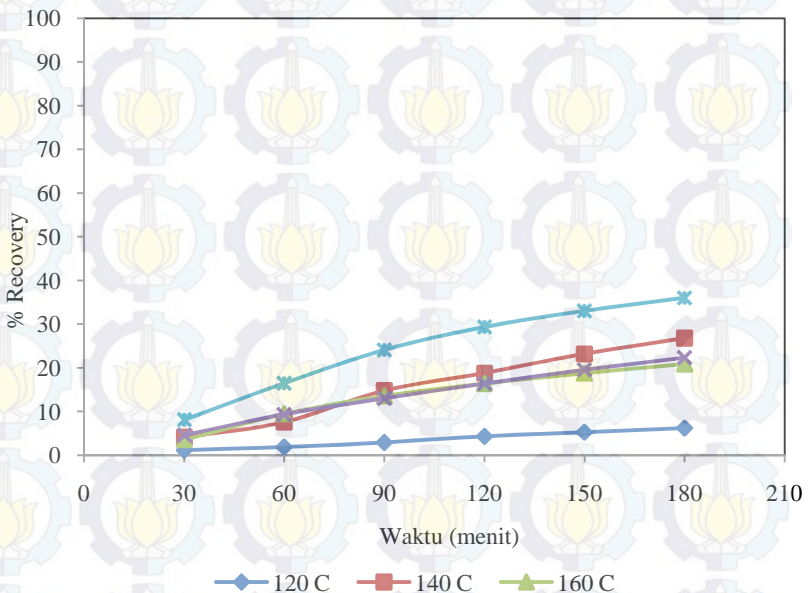
Pada gambar 4.2 untuk variabel kulit manggis kering pada tekanan 5 MPA terlihat bahwa % *recovery* xanthone meningkat dari suhu 120 °C hingga 160 °C, namun kemudian menurun pada suhu 180 °C dan 200 °C. Peningkatan % *recovery* xanthone seiring meningkatnya suhu operasi ekstraksi disebabkan karena pada *subcritical water* peningkatan suhu operasi akan menurunkan konstanta dielektrik air. Pada suhu rendah, ikatan hidrogen dari air sangat kuat sehingga nilai konstanta dielektrik tinggi. Semakin tinggi suhu air akan memperlemah kekuatan setiap ikatan hidrokarbon sehingga mengurangi nilai dari konstanta dielektrik dan polaritas air (Carr, 2011). Senyawa *xanthone* pada dasarnya larut terhadap pelarut organik yang bersifat non polar (methanol, etnaol, dll). Penurunan polaritas air ini menyebabkan peningkatan kemampuan air untuk



melarutkan senyawa phenolic, termasuk *xanthone* (Machmudah, 2015).

Selain itu peningkatan suhu operasi akan menurunkan viskositas dan tegangan permukaan air. Hal ini mempermudah penetrasi air sebagai solvent pada partikel sehingga meningkatkan efisiensi ekstraksi (Adachi, 2008).

Namun, peningkatan suhu operasi melebihi suatu batas tertentu dapat menyebabkan degradasi pada senyawa fitokimia. Batas suhu operasi tersebut berbeda untuk setiap senyawa (Khajenoori, 2009). Pada kondisi operasi tekanan 5 MPA variabel kulit manggis kering ini terlihat bahwa *xanthone* mulai mengalami degradasi pada suhu 180 °C.

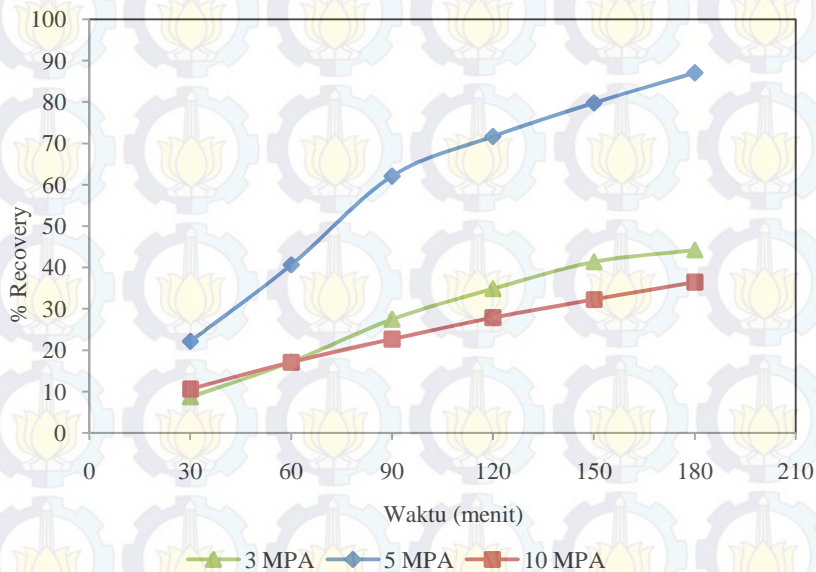


Gambar 4.3 Pengaruh suhu operasi terhadap % recovery *xanthone* pada 5MPa variabel kulit manggis segar



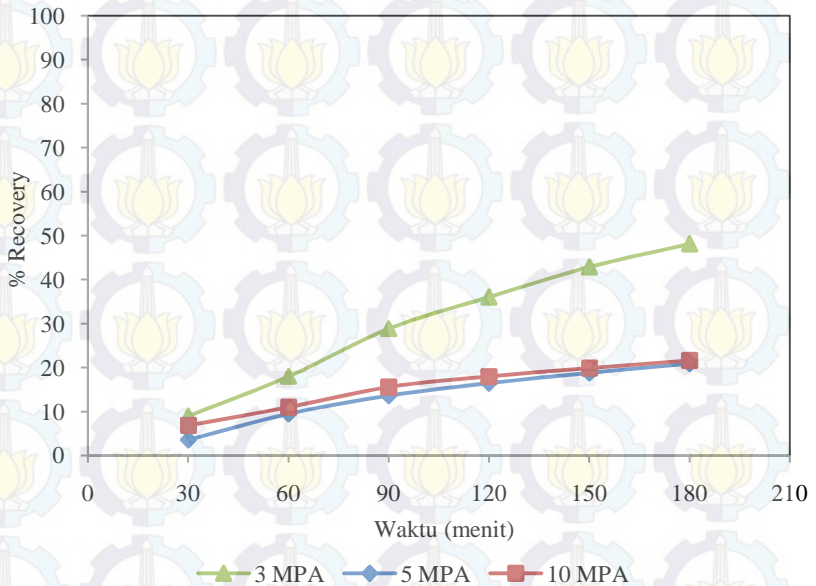
Dari gambar 4.3 untuk tekanan 5 MPA variabel kulit manggis segar terlihat bahwa % recovery xanthone paling besar terdapat pada suhu paling tinggi yaitu 200 °C. Pada kondisi ini juga menunjukkan bahwa % recovery xanthone akan meningkat seiring bertambahnya suhu, walaupun pada suhu 140 °C hingga 180 °C tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Tidak seperti pada variabel kulit manggis kering, pada variabel kulit manggis segar xanthone belum terdegradasi pada suhu 180 °C. Hal ini dikarenakan ekstraksi kulit manggis kering lebih efisien sehingga proses ekstraksi lebih cepat seperti yang akan dibahas pada sub bab berikutnya tentang pengaruh kondisi starting material pada % recovery xanthone.

#### 4.2.2 Pengaruh Tekanan Operasi Terhadap % Recovery Xanthone yang Terekstrak



Gambar 4.4 Pengaruh tekanan operasi terhadap % recovery xanthone pada 160 °C variabel kulit manggis kering

Dari gambar 4.4 dapat dilihat bahwa pada variabel kulit manggis kering suhu 160°C, tekanan operasi maksimum adalah 5 MPA. Terlihat pada tekanan 5 MPA % recovery xanthone mencapai 87,02 % dibandingkan dengan tekanan 3 MPA (44,21 %) dan 10 MPA (36,47 %). Namun pada gambar 4.5 tidak terlihat hasil yang sama.



Gambar 4.5 Pengaruh tekanan operasi terhadap % recovery xanthone pada 160 °C variabel kulit manggis segar

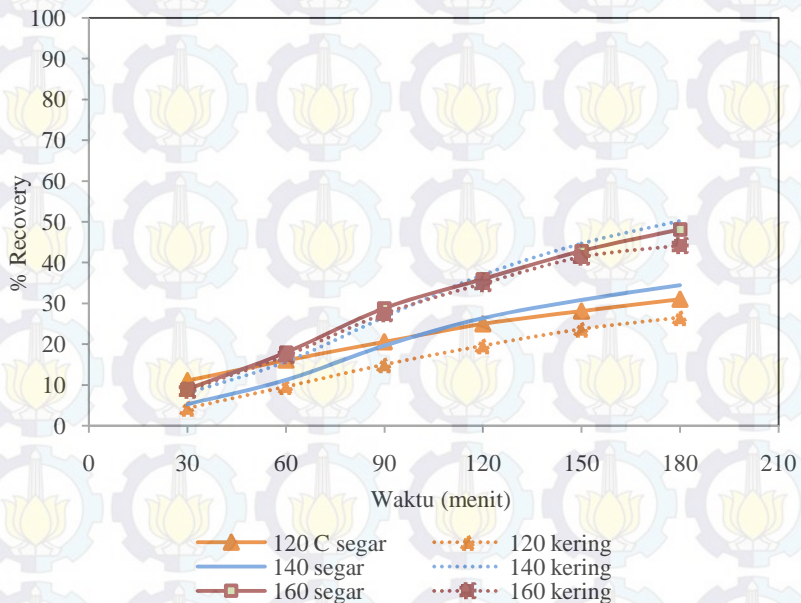
Pada gambar 4.5 untuk variabel kulit manggis segar suhu 160 °C, tekanan operasi optimal adalah pada 3 MPA. Nilai % recovery pada 3 MPA mencapai 48,09 %, sedangkan pada 5 MPA 20,85 % dan 10 MPA 21,59 %.

Dari pembahasan dua grafik diatas terlihat bahwa perbedaan tekanan tidak memberi banyak pengaruh pada hasil ekstraksi. Berdasarkan literatur, tekanan tidak memberi banyak pengaruh terhadap % recovery pada ekstraksi menggunakan

*subcritical water*. Namun tekanan yang digunakan harus cukup besar untuk mampu menjaga fase air tetap pada kondisi liquid walau pada suhu tinggi. Tekanan yang ditentukan adalah antara 1 hingga 10 MPa pada suhu 100 hingga 300 °C. Selain itu tekanan yang cukup tinggi mungkin membantu untuk mengekstrak solute yang berada di bagian terdalam matriks dimana kondisi tekanan atmosferik belum tentu bisa menjangkau (Adachi, 2008).

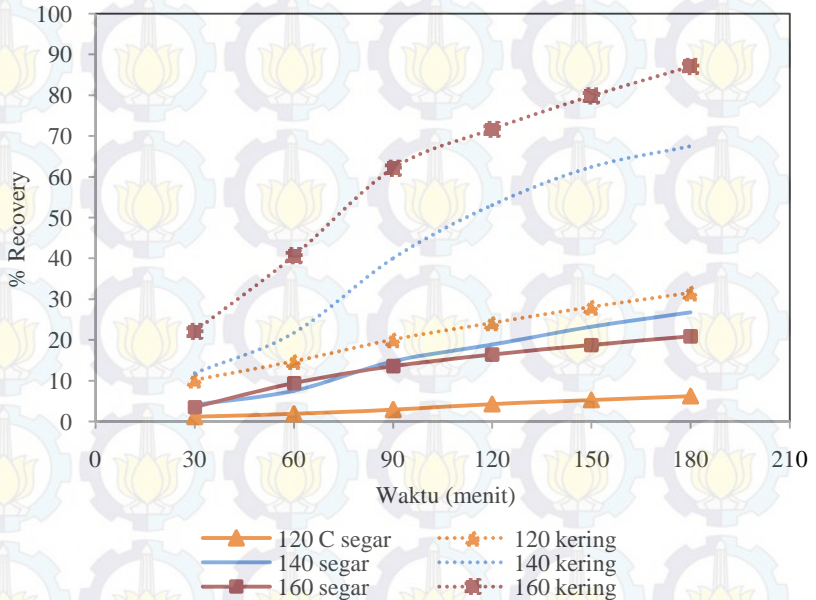
#### 4.2.3 Pengaruh Kondisi Kulit Manggis *Starting material* Terhadap % *Recovery Xanthone* yang Terekstrak

Gambar 4.6 hingga 4.8 berturut-turut merupakan grafik pengaruh kondisi starting material terhadap % recovery xanthone pada tekanan 3 MPa, 5 MPa, dan 10 MPa.



Gambar 4.6 Pengaruh kondisi kulit manggis starting material terhadap % *recovery xanthone* pada tekanan 3 MPa

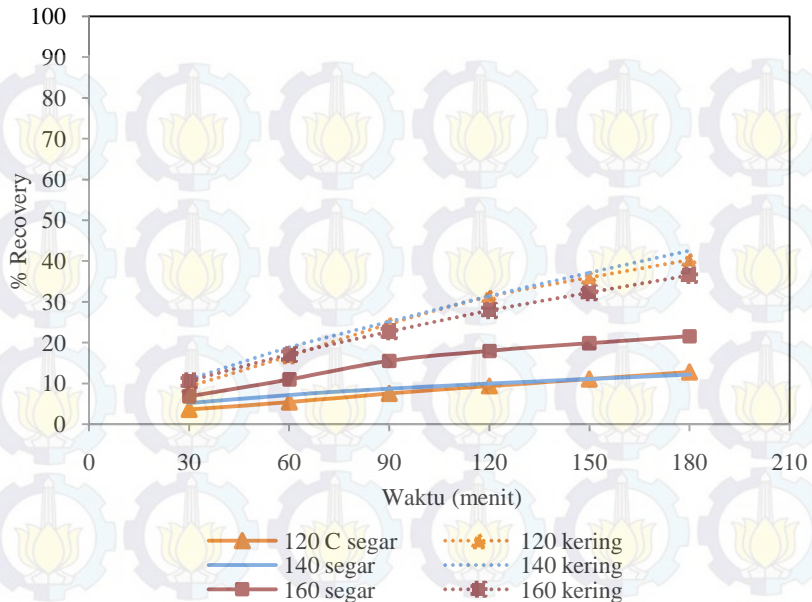
Dari gambar 4.6 pada tekanan 3 MPA suhu 120 °C dan 160 °C variabel kulit manggis kering memberikan hasil recovery lebih rendah dari variabel kulit manggis segar, namun perbedaan nilai yang ada tidak terlalu signifikan. Pada suhu 140 °C, variabel kulit manggis kering jauh lebih optimal dibandingkan variabel kulit manggis segar.



Gambar 4.7 Pengaruh kondisi kulit manggis starting material terhadap % recovery xanthone pada tekanan 5 MPA

Tidak seperti pada tekanan 3 MPA, pada tekanan operasi 5 MPA terlihat bahwa variabel kulit manggis kering jauh lebih optimal dibandingkan variabel kulit manggis segar. Salah satunya pada kondisi operasi suhu 160 °C dimana % recovery variabel kulit manggis kering mencapai 87,02 % sedangkan pada variabel kulit manggis segar hanya mampu mencapai 20,85 %.





Gambar 4.8 Pengaruh kondisi kulit manggis starting material terhadap % recovery *xanthone* pada tekanan 10 MPA

Gambar 4.8 untuk tekanan operasi 10 MPA memberikan hasil yang sama dengan tekanan operasi 5 MPA bahwa variabel kulit manggis kering lebih optimal dibandingkan dengan variabel kulit manggis segar. Hal ini dikarenakan pengeringan mengurangi kandungan air pada kulit manggis, sehingga nutrisi dan kandungan senyawa lain akan tertinggal dan konsentrasinya semakin meningkat. Meningkatnya konsentrasi *xanthone* dalam kulit manggis akan memudahkan *subcritical water* dalam mengekstrak *xanthone* (Satong-aun, 2011). Selain itu pengurangan air pada *starting material* dapat membebaskan *solute* yang terikat oleh air dan memperpendek jarak perpindahan massa oleh pelarut, sehingga memudahkan *subcritical water* untuk mengekstrak.

#### 4.2.4 Kondisi Operasi Optimum Ekstraksi *Hydrothermal* Kulit Manggis

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kondisi operasi optimum ekstraksi *hydrothermal*, diantaranya yang telah dibahas adalah suhu operasi, tekanan operasi, dan kondisi starting material. Dari eksperimen yang telah dilakukan dengan beberapa variabel tersebut didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil perhitungan % recovery variabel kulit manggis kering

Tekanan (MPa)	Suhu (°C)	% Recovery <i>xanthone</i>
3	120	26,55
	140	50,23
	160	44,21
	180	55,17
	200	58,32
5	120	31,53
	140	67,46
	160	87,02
	180	70,64
	200	50,14
10	120	40,30
	140	42,56
	160	36,47
	180	52,25
	200	71,71

Tabel 4.2 Hasil perhitungan % recovery variabel kulit manggis segar

Tekanan (MPa)	Suhu (°C)	% Recovery <i>xanthone</i>
3	120	30,98
	140	34,44
	160	48,09
	180	28,29
	200	63,60
5	120	6,24
	140	26,78
	160	20,85
	180	22,33
	200	36,06
10	120	12,77
	140	12,20
	160	21,59

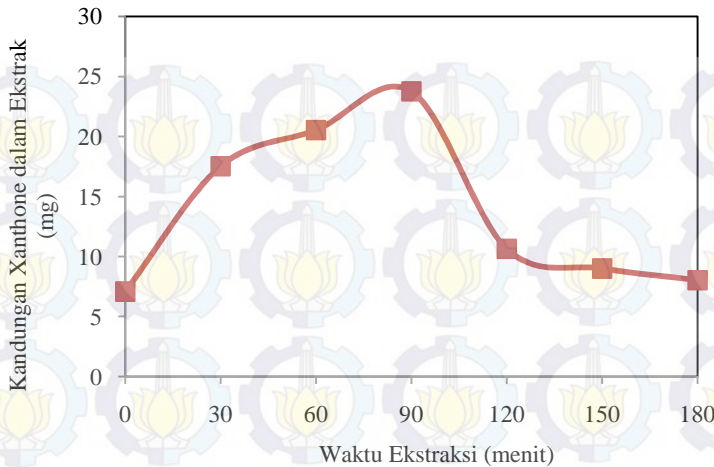
Dari tabel 4.1 dan tabel 4.2 dapat dilihat bahwa kondisi operasi optimal ekstraksi *hydrothermal* adalah pada variabel kulit manggis kering suhu operasi 160 °C tekanan 5 MPA.



Gambar 4.9 Perbandingan warna ekstrak pada setiap waktu ekstraksi *hydrothermal semi batch* pada 160 °C dan tekanan 5 MPA

Dari hasil yang diperoleh dapat diamati warna ekstrak kulit buah manggis pada setiap waktu ekstraksi. Gambar 4.9 menunjukkan perbandingan warna ekstrak pada setiap waktu ekstraksi *hydrothermal semi batch* pada suhu 160 °C dan tekanan 5 MPA, dimana hasil ekstrak diambil setiap 30 menit dengan *collection vial*. Warna ekstrak kulit manggis berwarna kuning kecoklatan. Hal ini mengindikasikan bahwa senyawa yang terekstrak tidak hanya *xanthone*, melainkan campuran dari senyawa lain dalam kulit manggis seperti antosianin. Selain itu dari kepekatan warna ekstrak dapat diamati bahwa kandungan senyawa yang terekstrak meningkat seiring berjalannya waktu kemudian menurun. Warna ekstrak yang paling pekat teramati pada waktu ekstraksi 90 menit.





Gambar 4.10 Kandungan *xanthone* pada variabel 160 °C tekanan 5 MPA

#### 4.2 Pemodelan Ekstraksi *Hydrothermal*

Dari hasil eksperimen pada variabel kulit manggis kering dan segar pada suhu 120 °C, 140 °C, 160 °C, 180 °C, dan 200 °C serta tekanan operasi 3 MPA, 5 MPA, dan 10 MPA, didapatkan nilai  $K_D$  dengan error minimal menggunakan persamaan (3.2). Perhitungan error menggunakan persamaan *absolute average deviation* (%AAD) sebagai berikut :

$$\%AAD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{M_{exp} - M_{model}}{M_{exp}} \right) \times 100$$

Tabel 4.3 Hasil perhitungan nilai  $K_D$  dan %AAD pada pemodelan koefisien distribusi variabel kulit manggis kering

Tekanan (MPa)	Suhu (°C)	Koefisien distribusi, $K_D$	%AAD
3	120	0,00060	3,13
	140	0,00035	1,26
	160	0,00041	3,28
	180	0,00042	0,55
	200	0,00046	5,14
5	120	0,00057	0,37
	140	0,00025	1,48
	160	0,00021	4,18
	180	0,00027	6,60
	200	0,00054	3,76
10	120	0,00044	1,11
	140	0,00041	2,03
	160	0,00045	0,12
	180	0,00038	1,61
	200	0,00031	0,07

Tabel 4.3 menunjukkan hasil perhitungan  $K_D$  dan %AAD pada berbagai kondisi operasi variabel kulit manggis kering. Seperti telah dibahas sebelumnya, kondisi operasi optimal dari variabel kulit manggis kering adalah pada 160 °C tekanan 5 MPA. Dari tabel 4.3 terlihat bahwa kondisi suhu operasi 160 °C tekanan 5 MPA memiliki nilai koefisien distribusi paling kecil yaitu 0,00021.

Tabel 4.4 Hasil perhitungan nilai  $K_D$  dan %AAD pada pemodelan koefisien distribusi variabel kulit manggis segar

Tekanan (MPa)	Suhu (°C)	Koefisien distribusi, $K_D$	%AAD
3	120	0,00068	1,92
	140	0,00038	3,57
	160	0,00035	0,30
	180	0,00042	3,02
	200	0,00034	4,22
5	120	0,00047	0,55
	140	0,00034	2,18
	160	0,00048	6,20
	180	0,00050	1,46
	200	0,00046	4,64
10	120	0,00050	0,64
	140	0,00067	4,06
	160	0,00054	6,30

Tabel 4.3 menunjukkan hasil perhitungan  $K_D$  dan %AAD pada berbagai kondisi operasi variabel kulit manggis kering. Dari tabel 4.4 nilai koefisien distribusi terkecil berada pada kondisi suhu operasi 200 °C tekanan 3 MPA yang merupakan kondisi operasi optimal pada variabel kulit manggis segar, yaitu sebesar 0,00034.

Dari hasil perhitungan nilai % AAD untuk setiap kondisi operasi masih memenuhi batas % error yakni  $\pm 10$  %, sehingga pemodelan ini sesuai untuk digunakan dalam ekstraksi hydrothermal. Nilai koefisien distribusi paling kecil dari seluruh kondisi operasi berada pada suhu operasi 160 °C tekanan 5 MPA

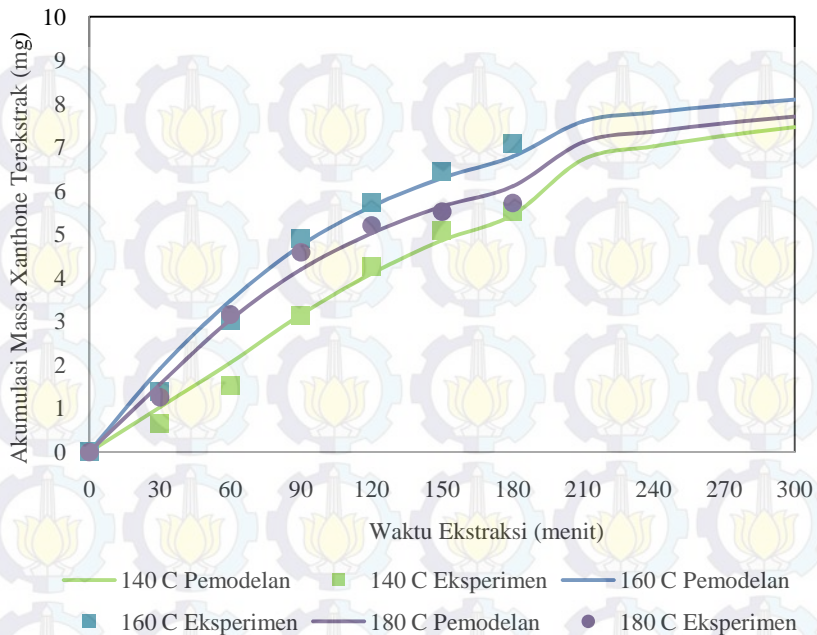
yang merupakan kondisi operasi optimal. Dari tabel 4.3 dan 4.4 dapat dilihat bahwa semakin optimal proses ekstraksi maka nilai  $K_D$  yang didapatkan akan semakin kecil. Hal ini sesuai dengan persamaan berikut :

$$K_D = \frac{\text{Concentration of solute in matrix}}{\text{Concentration of solute in the extraction fluid}}$$

Semakin optimal ekstraksi, maka jumlah *xanthone* sebagai solute dalam matrix yang terbawa oleh *subcritical water* sebagai solvent akan bertambah. Semakin berjalannya waktu jumlah *xanthone* dalam matrix akan berkurang (Khajenoori, 2009). Maka semakin optimal suatu kondisi operasi ekstraksi hydrothermal, nilai koefisien distribusinya akan semakin kecil..

Ekstraksi *hydrothermal* kulit manggis pada penelitian ini dilakukan selama 3 jam. Namun dengan adanya nilai koefisien distribusi ( $K_D$ ) dapat diperkirakan hasil ekstraksi dalam rentang waktu yang lebih lama. Gambar 4.11 menunjukkan perbandingan antara *xanthone* yang terekstrak pada eksperimen dengan hasil perhitungan pada tekanan 5 MPa.





Gambar 4.11 Perbandingan data eksperimen dan pemodelan KD pada tekanan 5 MPA variabel kulit manggis kering pada berbagai suhu

Dari gambar 4.11 dapat terlihat bahwa hasil perhitungan menggunakan model termodinamika mempunyai kesesuaian dengan hasil eksperimen dengan %AAD rata-rata 2,63 %. Selain itu hasil perhitungan dari pemodelan untuk rentang waktu ekstraksi sampai 5 jam menunjukkan kecenderungan pertambahan massa *xanthone* yang terekstrak semakin konstan yang berarti bahwa *xanthone* telah terekstrak.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

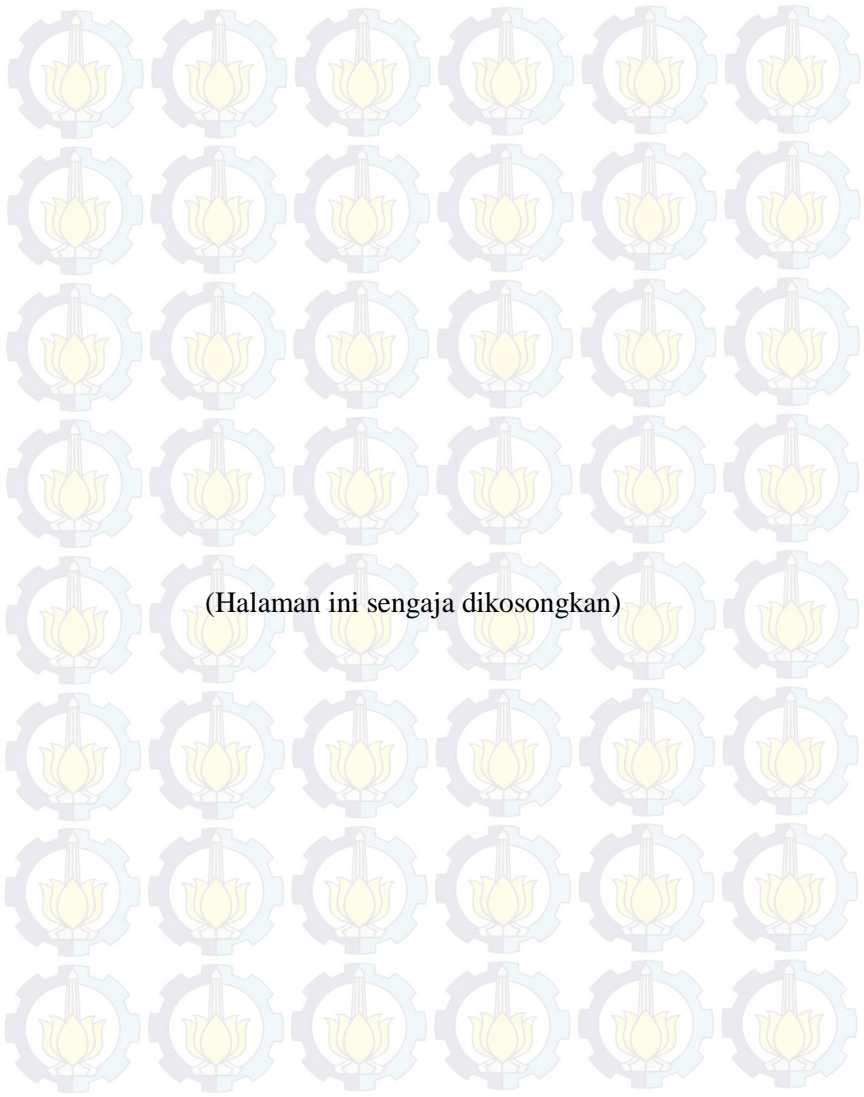
#### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Peningkatan suhu operasi pada ekstraksi hydrothermal menyebabkan peningkatan %recovery xanthone.
2. Peningkatan tekanan tidak terlalu berpengaruh terhadap %recovery xanthone.
3. Ekstraksi kulit manggis kering lebih optimal dibandingkan kulit manggis segar.
4. Kondisi optimal ekstraksi hydrothermal kulit manggis untuk mendapatkan xanthone adalah pada 160 °C tekanan 5 MPA.
5. Hasil pemodelan nilai  $K_D$  dapat digunakan untuk memperkirakan hasil ekstraksi untuk waktu yang lebih lama.

#### 5.2 Saran

1. Melakukan pengukuran pengaruh flowrate terhadap hasil ekstrak xanthone.
2. Memperkirakan jumlah kulit manggis yang dibutuhkan sejak awal karena manggis tidak tersedia sepanjang tahun. (Musim Manggis ada pada Januari-April)
3. Pada percobaan kali ini, suhu yang digunakan adalah suhu sistem oven. Alangkah lebih baik bila diberi *thermocouple* pada rangkaian alat agar bisa mendapatkan suhu air masuk dan keluar reaktor ( $T_1$  dan  $T_2$ ) yang sesungguhnya.
4. Melakukan penelitian lebih lanjut tentang korelasi matematis antara variabel suhu dan tekanan terhadap % recovery xanthone.
5. Memisahkan *xanthone* dari hasil ekstrak, agar bisa dimanfaatkan dan dikomersilkan.



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## DAFTAR PUSTAKA

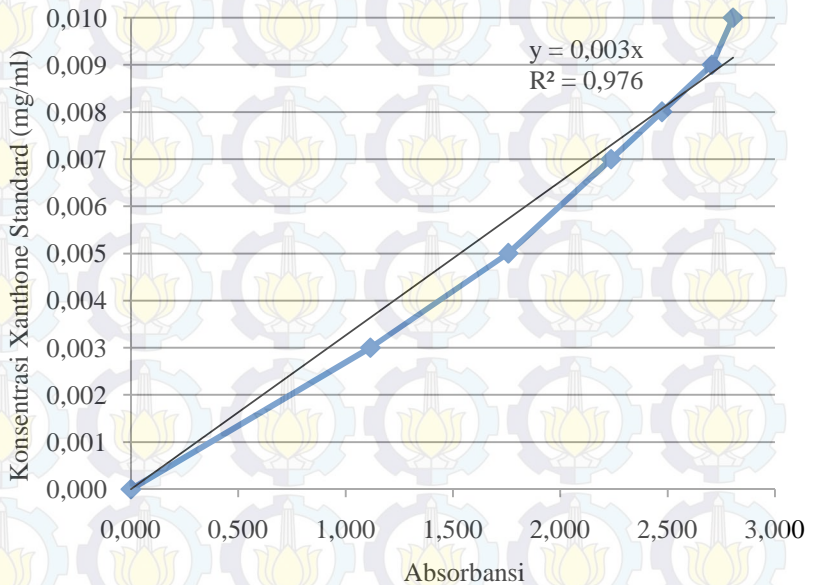
- Adachi, S., and Wiboonsirikul, J., (2008). *Properties of subcritical water and its utilization*. Food Science Technology Research, 14(4): 319-328.
- Abdalrahim, F.A., Aisha, Abu-Salah, K.M., Ismail, Z., and Abdul Majid, A.M.S., (2013). *Determination of Total Xanthones in Garcinia Mangostana Fruit Rind Extract by Ultraviolet (UV) Spectrophotometry*. Journal of Medicinal Plants Research, 7(1): 29-35.
- Asl, A.H. and Khajenoori, M., (2013). *Subcritical Water Extraction*. Mass Transfer – Advances in Sustainable Energy and Environment Oriented Numerical Modeling, Chapter 17: 459-487.
- Carr, A.G., Mammucari, R., and Foster, N.R., (2011). *A review of subcritical water as a solvent and its utilisation for the processing of hydrophobic organic compounds*. Chemical Engineering Journal, Chapter 172: 1-17.
- Efendi, Wijaya. (1991). *Ekstraksi, Purifikasi, dan Karakterisasi Antosianin dari Kulit Manggis (Garcinia Mangostana L.)*. IPB, Bogor.
- Harborne, J.B., (1987). *Metode Fitokimia*. ITB, Bandung.
- Machmudah, S., Ash-Shiddiqi, Q.Y., Kharisma, A.D., Widiyastuti, Wahyudiono, Kanda, H., Winardi, S., and Goto, M., (2014). *Subcritical Water Extraction of Xanthone from Mangosteen (Garcinia Mangostana Linn) Pericarp*. Advanced Chemical Engineer, 5-1: 1-6.
- Pasaribu, S.S., Ener, Kevin., (2014). *Pengaruh Kondisi Operasi Ekstraksi Hydrothermal Terhadap Konsentrasi Xanthone dan Efisiensi Antioksidan dan Ekstrak Kulit Buah Manggis (Garcinia Mangostana)*. ITS, Surabaya.
- Pidianti, Pemi. (2009). *Studi Potensi Xanton Kulit Manggis Pada Berbagai Kualitas Buah Manggis*. IPB, Bogor.
- Satong-aun, W., Assawarachan, R., and Noomhorm, A. (2011). *The Influence of Drying Temperature and Extraction*



- Methods on -Mangostin in Mangosteen Pericarp.*  
Journal of Food Science and Engineering 1: 85-92.
- Schmid, G., (2004). *Nanoparticles: Theory to application.*  
Weinheim: Wiley-VCH).
- Singh, P.P and Saldaña, M.D.A. (2011). *Subcritical water extraction of phenolic compounds from potato peel.*  
Journal Food Research International 44: 2452–2458.
- Stevi, G.D., Dewa, G.K., dan Vanda ,S.K.(2011). *Aktivitas antioksidan Ekstrak Fenolik dari Kulit Buah Manggis (Garcinia mangostana L.).*Journal MIPA Unsrat online 1 (1): 11-15.
- Sudarmadji S, Suhardi. (1996). *Analisis Bahan Makanan dan Pertanian.* Liberty, Yogyakarta.
- Sudjadi, (1988).*Metode Pemisahan,* Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Sutriani L., (2008) .*Ekstraksi* .online at <http://medicafarma.blogspot.com/2008/11/ekstraksi>, diakses pada 31 Januari 2015 .
- Tambunan, R.M., (1998). *Telaah Kadungan Kimia dan Aktivitas Antimikroba Kulit Buah Manggis.* Tesis. ITB, Bandung.
- Chun-hui, Y., Li, M., Zhen-ping, W., Feng, H., and Jing, G. (2012). *Advanced in Isolation and Synthesis of XanthoneDeritatives.* Chinnese Herbal Medicines. 4(2): 87-102.
- Zarena, A.S. and Udaya S.K. (2011). *Xanthones enriched extracts from mangosteen pericarp obtained by supercritical carbon dioxide process.* Journal of Separation and Purification Technology 80 (2011): 172–178.  
[http://www.bps.go.id/tab\\_sub/view.php?tabel=1&daftar=1&id\\_subyek=55&notab=10](http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?tabel=1&daftar=1&id_subyek=55&notab=10)

## APPENDIKS

### 1. Perhitungan xanthone dalam ekstrak



Gambar A-1 Kurva Kalibrasi Konsentrasi Xanthone

Dari kurva kalibrasi konsentrasi xanthone standard dengan menghubungkan plot antara absorbansi dengan konsentrasi xanthone standard didapatkan persamaan regresi linier :  $y = 0,003x$  pada panjang gelombang 236 nm, dimana :

y = Konsentrasi xanthone standard

x = Absorbansi

Kemudian melakukan analisa absorbansi sampel ekstrak yang diperoleh dari proses ekstraksi hydrothermal menggunakan spektrofotometer UV-Vis dan melakukan perhitungan % recovery xanthone.

*Contoh perhitungan untuk variabel kulit manggis kering:*

Menghitung kandungan xanthone dalam ekstrak

Ekstrak sampel yang diperoleh pada suhu operasi 120 °C dan tekanan 3 MPA secara semi batch. Spektrofotometer tidak dapat membaca sampel yang terlalu pekat, maka dari itu ekstrak diencerkan (0,2 ml ekstrak diencerkan menggunakan 8 ml methanol).

- Absorbansi (x) ketika waktu ekstraksi 0 menit ( $M_0$ , yaitu ekstrak dari awal hingga tercapai kondisi operasi sesuai variabel yang ditentukan) = 0,419

$$\begin{aligned} C_0 \text{ dalam methanol} &= 0,003 \times \text{absorbansi (x)} \\ &= 0,003 \times 0,419 \\ &= 0,00126 \text{ mg/ml} \end{aligned}$$

Nilai diatas merupakan konsentrasi ekstrak yang telah diencerkan dengan methanol. Untuk mengetahui konsentrasi ekstrak digunakan rumus pengenceran.

$$C_0 \text{ dalam ekstrak} \times V_{0,2 \text{ ml ekstrak}} = C_0 \text{ dalam methanol} \times (V_{\text{methanol}} + V_{0,2 \text{ ekstrak}})$$

$$C_0 \text{ dalam ekstrak} \times 0,2 \text{ ml} = 0,00126 \text{ mg/ml} \times (8+0,2) \text{ ml}$$

$$C_0 \text{ dalam ekstrak} = \frac{0,00126 \frac{\text{mg}}{\text{ml}} \times 8,2 \text{ ml}}{0,2 \text{ ml}} = 0,0515 \text{ mg/ml}$$

Kemudian menghitung massa xanthone dalam ekstrak :

Volume ekstrak yang diperoleh = 30 ml

$$\text{Xanthone}_{M_0} = 0,0515 \text{ mg/ml} \times 30 \text{ ml}$$

$$\text{Xanthone}_{M_0} = 1,545 \text{ mg}$$

- Absorbansi (x) ketika waktu ekstraksi 30 menit = 0,710  
Dengan cara perhitungan yang sama didapatkan massa xanthone ( $\text{xanthone}_{30}$ ) sebesar 2,621 mg
- Absorbansi (x) ketika waktu ekstraksi 60 menit = 1,388  
Dengan cara perhitungan yang sama didapatkan massa xanthone ( $\text{xanthone}_{60}$ ) sebesar 5,123 mg
- Absorbansi (x) ketika waktu ekstraksi 90 menit = 1,406  
Dengan cara perhitungan yang sama didapatkan massa xanthone ( $\text{xanthone}_{90}$ ) sebesar 5,189 mg
- Absorbansi (x) ketika waktu ekstraksi 120 menit = 1,218  
Dengan cara perhitungan yang sama didapatkan massa xanthone ( $\text{xanthone}_{120}$ ) sebesar 4,493 mg

- Absorbansi (x) ketika waktu ekstraksi 150 menit = 1,065  
Dengan cara perhitungan yang sama didapatkan massa xanthone ( $xanthone_{150}$ ) sebesar 3,929 mg
- Absorbansi (x) ketika waktu ekstraksi 180 menit = 0,745  
Dengan cara perhitungan yang sama didapatkan massa xanthone ( $xanthone_{180}$ ) sebesar 2,750 mg

$$\begin{aligned}\text{Total xanthone yang terekstrak (m)} &= xanthone_{Mo} + xanthone_{30} + \\ &+ xanthone_{60} + xanthone_{90} + xanthone_{120} + xanthone_{150} + xanthone_{180} \\ &= 1,545 + 2,621 + 5,123 + \\ &\quad 5,189 + 4,493 + 3,929 + \\ &\quad 2,750 \\ &= 25,649 \text{ mg}\end{aligned}$$

#### Menghitung kandungan xanthone dalam kulit manggis

Kandungan xanthone dalam kulit manggis diambil dengan metode ekstraksi secara konvensional menggunakan soxhlet dengan pelarut methanol. Dengan ekstraksi selama 24 jam diasumsikan bahwa seluruh xanthone telah terekstrak. Kemudian untuk menentukan kandungan xanthone dalam kulit manggis, hasil ekstrak soxhlet dianalisa menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

- Absorbansi (x) ekstrak soxhlet = 2,101  
 $C_0 \text{ dalam methanol} = 0,003 \times \text{absorbansi (x)}$   
 $= 0,003 \times 2,101$   
 $= 0,006 \text{ mg/ml}$

Nilai diatas merupakan konsentrasi ekstrak yang telah diencerkan dengan methanol. Untuk mengetahui konsentrasi ekstrak digunakan rumus pengenceran.

$$C_0 \text{ dalam ekstrak} \times V_{0,1 \text{ ml ekstrak}} = C_0 \text{ dalam methanol} \times (V_{\text{methanol}} + V_{0,1 \text{ ekstrak}})$$

$$C_0 \text{ dalam ekstrak} \times 0,2 \text{ ml} = 0,006 \text{ mg/ml} \times (20 + 0,1) \text{ ml}$$

$$C_0 \text{ dalam ekstrak} = \frac{0,006 \frac{\text{mg}}{\text{ml}} \times 20,1 \text{ ml}}{0,1 \text{ ml}} = 1,267 \text{ mg/ml}$$

Kemudian menghitung massa xanthone dalam ekstrak :

Volume ekstrak yang diperoleh = 108 ml

$$Xanthone_{Mo} = 1,267 \text{ mg/ml} \times 108 \text{ ml}$$



$$\text{Xanthone}_{\text{Mo}} = 263,514 \text{ mg}$$

$$\text{Massa kulit manggis yang diekstrak} = 30,159 \text{ gr}$$

$$\text{Kandungan xanthone kulit manggis} = \frac{263,514 \text{ mg}}{30,159 \text{ gr}} = 8,738 \text{ mg/gr kulit manggis}$$

#### Menghitung % recovery xanthone

Pada kondisi operasi 120 oC dan tekanan 3 MPA jumlah starting material kulit manggis yang digunakan adalah sebanyak 11 gr.

- $\text{Kandungan xanthone terekstrak}_{\text{Mo}} = \frac{1,545 \text{ mg}}{11 \text{ gr}} = 0,140 \text{ mg/gr kulit manggis}$

$$\% \text{ Recovery}_{\text{Mo}} = \frac{0,140 \text{ mg/gr kulit manggis}}{8,738 \text{ mg/gr kulit manggis}} \times 100 \% = 1,599 \%$$

- Dengan cara perhitungan yang sama didapatkan  $\% \text{ recovery}_{30} = 2,712 \%$

- Dengan cara perhitungan yang sama didapatkan  $\% \text{ recovery}_{60} = 5,302 \%$

- Dengan cara perhitungan yang sama didapatkan  $\% \text{ recovery}_{90} = 5,370 \%$

- Dengan cara perhitungan yang sama didapatkan  $\% \text{ recovery}_{120} = 4,650 \%$

- Dengan cara perhitungan yang sama didapatkan  $\% \text{ recovery}_{150} = 4,066 \%$

- Dengan cara perhitungan yang sama didapatkan  $\% \text{ recovery}_{180} = 2,846 \%$

$$\text{Total } \% \text{ recovery}_{120 \text{ oC}, 3 \text{ MPA}} = \% \text{ recovery}_{\text{Mo}} + \% \text{ recovery}_{30} + \% \text{ recovery}_{60} + \% \text{ recovery}_{90} + \% \text{ recovery}_{120} + \% \text{ recovery}_{150} + \% \text{ recovery}_{180}$$

$$= 1,599 + 2,712 + 5,302 + 5,370 + 4,650 + 4,066 + 2,846 = 26,545 \%$$

## 2. Perhitungan koefisien distribusi

Perhitungan nilai koefisien distribusi ini menggunakan rumus pemodelan termodinamika, yaitu :

$$\frac{M_b}{M_i} = \frac{\left(1 - \frac{M_a}{M_i}\right)}{\left(\frac{K_D m}{(V_b - V_a)\rho} + 1\right)} + \frac{M_a}{M_i}$$

Dimana,

$M_a$  = Total massa yang terekstraksi pada jumlah volume A (mg/g dry sample)

$M_b$  = Total massa yang terekstraksi pada jumlah volume B (mg/g dry sample)

$M_i$  = Total massa awal ekstrak pada feed (mg/g dry sample)

$K_D$  = Koefisien distribusi

$\rho$  = Densitas ekstrak (mg/ml)

$m$  = massa sampe yang terekstrak (mg dry sample)

*Contoh perhitungan untuk menghitung nilai  $K_D$  pada tekanan 3 MPA variabel kulit manggis kering:*

Menghitung massa pemodelan (*predicted*  $M_b$ )

$$M_{b \text{ predicted}} = \left[ \frac{\left(1 - \frac{M_a}{M_i}\right)}{\left(\frac{K_D m}{(V_b - V_a)\rho} + 1\right)} + \frac{M_a}{M_i} \right] \times M_i$$

Pada kondisi operasi 120 °C tekanan 3 MPA, untuk ‘a’ adalah kondisi awal ekstraksi (0 menit) dan ‘b’ adalah kondisi 30 menit ekstraksi.

$M_i$  = 8,78 mg/gr kulit manggis

$M_a$  = 0 mg

$M_b$  = 0 + 0,2383 = 0,2383 mg

$V_a$  = 0 ml

$V_b$  = 30 ml

$m$  = 11 gr = 11000 mg

$$\rho = \frac{Mb}{Vb} = \frac{0,2383 \text{ mg}}{30 \text{ ml}} = 0,0079 \text{ mg/ml}$$

Trial nilai  $K_D$  awal = 0,5

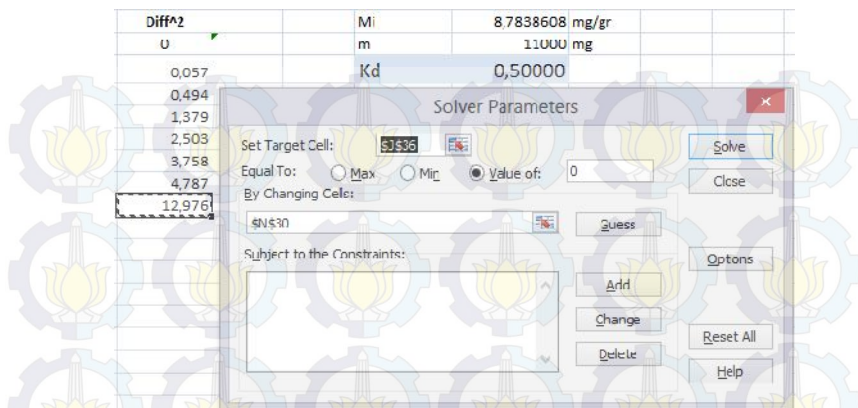
$$M_{b \text{ predicted}} = \left[ \frac{\left(1 - \frac{0}{8,78}\right)}{\left(\frac{0,5 \times 11000}{(30-0) \times 0,0079} + 1\right)} + \frac{0}{8,78} \right] \times 8,78 = 0,0004 \text{ mg}$$

$$Error^2 = |0,2383 - 0,0004|^2 = 0,057$$

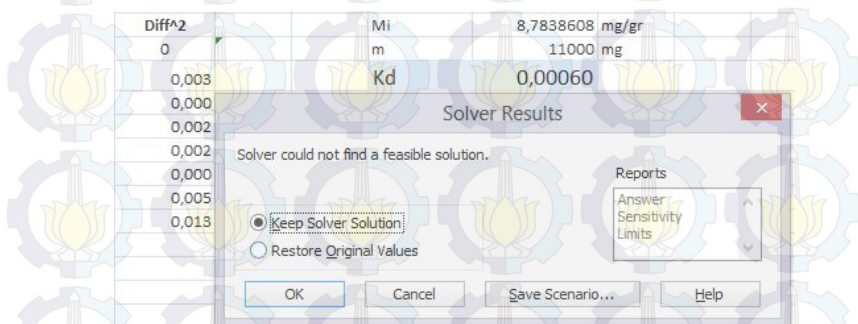
Tabel 1. Hasil Perhitungan pada Kondisi Operasi 120 °C tekanan 3 MPA Sebelum Solving Nilai  $K_D$

Waktu (menit)	Massa (mg)	Massa akumulasi (mg)	Volume (ml)	Densitas (mg/ml)	$M_{\text{predicted}}$ (mg)	Error <sup>2</sup>
0	0,000	0,0000	0	0	0	0
30	0,238	0,2383	30	0,0079	0,0004	0,057
60	0,466	0,7040	60	0,0117	0,2388	0,216
90	0,472	1,1757	90	0,0131	0,7046	0,222
120	0,408	1,5841	120	0,0132	1,1762	0,166
150	0,357	1,9413	150	0,0129	1,5847	0,127
180	0,250	2,1913	180	0,0122	1,9418	0,062
Error <sub>2</sub>						0,851
$K_D$						0,5

Kemudian mencari nilai  $K_D$  dengan menggunakan program *solver* pada *microsoft excel*. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai koefisien distribusi untuk suhu 120 °C tekanan 3 MPA adalah 0,00060



Gambar 2. Program Solver pada Microsoft Excel



Gambar 3. Hasil Solver pada Microsoft Excel



Tabel 2. Hasil Perhitungan pada Kondisi Operasi 120 °C  
tekanan 3 MPA

Setelah Solving Nilai  $K_D$

Waktu (menit)	Massa (mg)	Massa akumulasi (mg)	Volume (ml)	Densitas (mg/ml)	$M_{\text{predicted}}$ (mg)	Error <sup>2</sup>
0	0,000	0,0000	0	0	0	0
30	0,238	0,2383	30	0,0079	0,2948	0,003
60	0,466	0,7040	60	0,0117	0,7026	0,000
90	0,472	1,1757	90	0,0131	1,1301	0,002
120	0,408	1,5841	120	0,0132	1,5389	0,002
150	0,357	1,9413	150	0,0129	1,9190	0,000
180	0,250	2,1913	180	0,0122	2,2600	0,005
Error <sup>188C</sup>						0,013
$K_D$						0,00060

Menghitung %AAD (% *Absolute Average Deviation*)

$$\%AAD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{M_{\text{exp}} - M_{\text{model}}}{M_{\text{exp}}} \right| \times 100$$

Pada 120 °C 3 MPA didapat,

$$M_{\text{exp}} = 2,191 \text{ mg}$$

$$M_{\text{model}} = 2,260 \text{ mg}$$

$$\%AAD = \left| \frac{2,191 - 2,260}{2,260} \right| \times 100\% = 3,13 \%$$

## Biodata Penulis



### **EDWIN AZMIRAMDHAN S.**

Dilahirkan di Surabaya pada tanggal 27 Februari 1994. Anak dari Bapak Sulaiman Suhadi dan Ibu Emelda Fismarida ini telah menempuh pendidikan formal di TK Mutiara (1997-1999), melanjutkan di SD Muhammadiyah 4 Surabaya (1999-2005), kemudian masuk ke SMPN 1 Surabaya (2005-2008), lalu melanjutkan ke SMAN 2 Surabaya (2008-2011). Setelah lulus dari SMA pada tahun 2011 penulis melanjutkan studi S1 di Jurusan Teknik Kimia

Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Pada tahun terakhirnya, penulis sambil mengerjakan Tugas Akhir juga menjabat sebagai Menteri Perekonomian di BEM ITS kepengurusan 14/15. Di Laboratorium Mekanika Fluida dan Pencampuran bersama partnernya, Sarah Duta Lestari, mengerjakan tugas akhir dengan judul “Pra Desain Pabrik Dekstrin dari Tepung Tapioka” yang kemudian dilanjutkan dengan skripsi yang berjudul “Eksperimen dan Pemodelan Pengaruh Kondisi Operasi terhadap Konsentrasi Xanthone pada Ekstrak Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana*)” di bawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Sugeng Winardi, M.Eng dan Dr. Siti Machmudah, ST. M.Eng.

Alamat : Perumahan Purimas G-1/2 Gunung Anyar  
Kota Surabaya

Telepon : 08563230033

Email : edwinazmi@live.com

Motto : I don't need to be the best, but I just need to  
be different by being better

## **Biodata Penulis**



### **SARAH DUTA LESTARI**

Putri pertama pasangan Bpk. Afian Kasharjanto dan Ibu Dwi Atmi Pujilestari ini dilahirkan pada hari Senin, 13 September 1993. Pada tahun 1998 penulis memulai pendidikan formalnya di TK Aisyah Bustanul Athfal V. Kemudian melanjutkan ke SDN Kalitengah II pada tahun 1999, untuk jenjang sekolah menengah di SMPN 1 Sidoarjo pada tahun 2005 dan jenjang menengah atas di SMAN 1 Sidoarjo pada tahun 2008. Penulis yang sejak awal SMA tertarik dengan

Teknik Kimia berhasil mendapatkan satu bangku jurusan tersebut di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada 2011. Saat akhir masa studinya penulis berhasil menyelesaikan tugas akhir Pradesain Pabrik Dekstrin dari Tepung Tapioka dan penulisan buku skripsi ini di Laboratorium Mekanika Fluida dan Pencampuran di bawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Sugeng Winardi, M.Eng dan Dr. Siti Machmudah, ST. M.Eng.

Alamat : Pondok Tanggulangin Asri QQ-2,  
Sidoarjo

Telepon : 087853454551

Email : saraduta@ymail.com

Motto : Believe in yourself, follow your heart not  
the crowd